COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 55.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PUBLIÉS,

CONFORMÉMENT A UNE DÉCISION DE L'ACADÉMIE

En date du 13 Juillet 1835,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CENT VINGT-NEUVIÈME.

JUILLET — DÉCEMBRE 1899.



PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1899



COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 3 JUILLET 1899,

PRÉSIDENCE DE M. VAN TIEGHEM.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** adresse l'ampliation d'un Décret qui, suivant le vœu exprimé par l'Académie des Sciences, porte de 100 à 116 le nombre de ses Correspondants, tant nationaux qu'étrangers.

ASTRONOMIE. — *Considérations sur la constitution physique de la Lune.* Note de MM. **Lœwy** et **Puiseux**.

« Nous avons eu dernièrement l'honneur de présenter à l'Académie le quatrième fascicule de l'Atlas photographique de la Lune, publié par l'Observatoire de Paris. Ces feuilles, rapprochées des précédentes, nous paraissent devoir donner lieu aux conclusions suivantes :

» 1° Il existe, au point de vue du relief, une similitude générale entre

les mers de la Lune et les plateaux recouverts aujourd'hui par les océans terrestres.

» Dans ceux-ci les surfaces convexes tiennent plus de place que les bassins concaves, rejetés habituellement vers la limite de l'aire affaissée. De même les mers de la Lune présentent d'ordinaire vers les bords des dépressions assez prononcées. Dans un cas comme dans l'autre, nous observons les déformations normales d'un globe en voie de retrait et dérobé à l'action érosive des pluies, qui tend au contraire, dans toutes les parties abondamment arrosées de la Terre, à faire prédominer les surfaces concaves. L'explication de cette structure, telle qu'elle est admise aujourd'hui par les géologues, nous semble également valable pour la Lune.

» 2° Pour trouver une ressemblance équivalente dans les parties saillantes, il audrait pouvoir rétablir sur la Lune les traits effacés par les éruptions volcaniques, sur la Terre ceux qui ont disparu par le travail des eaux. Nous sommes à même d'y suppléer dans une certaine mesure en mettant en parallèle d'une part les massifs lunaires relativement pauvres en cirques, d'autre part les chaînes terrestres de surrection récente, où la structure initiale est susceptible d'être reconstituée sans trop d'efforts. Nous observons alors, sur les chaînes qui entourent les mers lunaires comme sur celles qui encadrent les fosses méditerranéennes, le contraste d'un versant intérieur rapide et d'une pente extérieure doucement inclinée. Cette opposition est souvent si nette sur la Lune qu'il est permis d'en faire remonter la cause à une rupture des couches, sans attendre la confirmation stratigraphique, jusqu'à présent irréalisable.

» 3° Le développement plus considérable acquis par les mers dans la moitié orientale du disque lunaire montre que les phénomènes d'affaissement ont dû s'y manifester à une époque plus ancienne que dans la partie occidentale. S'il en est ainsi, on doit prévoir que la croûte y a emprisonné les gaz en quantité relativement plus grande et opposé une résistance moins efficace à leur expansion. C'est, en effet, du côté de l'est que les orifices isolés se montrent en plus grand nombre à la surface des mers, et que les forces volcaniques ont créé des systèmes rayonnants étendus à toutes les directions.

» Le développement de ces phénomènes a nécessairement exigé un temps considérable, et il y a lieu d'admettre que ces plaines, solidifiées avant celles de la partie ouest de la Lune, sont arrivées depuis longtemps à une configuration peu différente de celle qu'elles possèdent aujourd'hui.

» 4° La formation des mers débute par l'effondrement d'une vaste ré-

gion, qu'isole bientôt une cassure circulaire. Cette cassure ne marque point, en général, la limite future de la mer. Nous pouvons citer des cas où l'aire effondrée échappe tout entière à la submersion, d'autres où la partie centrale est seule envahie, d'autres enfin où l'enceinte primitive est débordée et où la mer s'agrandit en s'annexant des bandes marginales. C'est par une série d'étapes analogues que les plus grands cirques paraissent être arrivés à leurs dimensions actuelles.

» 5° L'époque de la solidification d'une mer ne coïncide pas davantage avec celle de la fixation définitive du niveau dans la partie centrale. Celle-ci peut s'abaisser encore et déterminer par son retrait la formation d'une nouvelle crevasse, parallèle, comme la première, aux limites de la mer.

» 6° Les nouvelles feuilles, de même que les premières, nous fournissent plusieurs spécimens de grands cirques où la solidification, due au refroidissement progressif, s'est effectuée à trois ou même quatre niveaux différents, séparés par plusieurs kilomètres d'intervalle. Les effondrements modernes, comparés aux anciens, offrent presque toujours une étendue moindre, une pente intérieure plus rapide, une forme plus régulièrement circulaire. Les plus modernes, tels que ceux qui s'ouvrent sur le fond déjà très déprimé de Longomontanus, n'ont plus aucune trace de bourrelet périphérique, c'est-à-dire que leur apparition ne semble pas avoir été précédée d'un soulèvement.

» 7° Toutefois, ce phénomène d'intumescence de la croûte lunaire, considéré par nous comme le préliminaire habituel de la formation des cirques, a, dans certains cas exceptionnels, mais bien constatés, donné naissance à des figures convexes, dont la partie centrale ne s'est pas effondrée.

» 8° Nous avons indiqué précédemment comment il était possible, dans un assez grand nombre de cas, d'assigner l'âge relatif des cirques d'après l'état de conservation de leur rempart et la submersion plus ou moins complète de leur cavité intérieure. Dans les parages envahis par les traînées, nous pouvons juger, par un autre caractère, de l'époque plus ou moins tardive de la solidification intérieure des cirques. Il convient de placer en première ligne, par ordre d'ancienneté, ceux qui ont reçu et conservé un revêtement blanc uniforme; ensuite ceux qui n'ont enregistré que quelques traînées faibles et tardives sous forme de bandes, enfin ceux qui sont demeurés complètement indemnes et tranchent aujourd'hui, par leur teinte sombre, sur la région environnante.

» Ce criterium chronologique, plus net que celui qui repose sur l'état

de conservation des bourrelets, nous renseigne aussi sur l'ancienneté relative de la solidification dans les diverses parties des mers. Il tombe malheureusement en défaut dans les régions, assez nombreuses, où les traînées ne se sont point étendues.

» 9° En général, les grands systèmes de traînées recouvrent indistinctement tous les accidents du sol placés sur leur trajet. Cette circonstance nous a déjà permis de conclure que les formidables éruptions volcaniques dont la Lune a été le théâtre appartiennent à une période récente dans l'histoire de notre satellite. Elles ont dû être précédées de la solidification à peu près complète des mers et du fond des cirques. Le même fait nous semble devoir être pris en grande considération dans le problème si souvent discuté de l'atmosphère de la Lune. Non seulement, en effet, ces éruptions ont mis en liberté des quantités importantes de gaz ou de vapeurs, mais la diffusion des cendres à de grandes distances suppose une enveloppe gazeuse d'une certaine densité.

» La faiblesse relative de la pesanteur aide, il est vrai, à comprendre leur ascension initiale à une altitude considérable. Il faut cependant que la résistance de l'atmosphère ait été suffisante pour retarder la chute de ces poussières pendant un trajet pouvant atteindre ou dépasser 1000^{km}.

» Le temps qui s'est écoulé depuis les grandes éruptions a-t-il suffi pour amener la disparition totale de cette enveloppe gazeuse? On est conduit à en douter si l'on examine le mécanisme des deux causes principales qui ont pu agir dans ce sens. L'écorce, déjà solidifiée dans son ensemble, ne devait plus absorber les gaz qu'avec lenteur et difficulté. La déperdition dans l'espace des molécules animées de vitesses assez grandes pour entrer dans la sphère d'attraction d'un autre corps devenait nécessairement de plus en plus lente à mesure que la température devenait plus basse. Nous trouvons donc dans l'examen du sol lunaire un sérieux motif pour croire qu'il subsiste encore, à l'heure actuelle, un résidu d'atmosphère dont l'appréciation, entourée à coup sûr de grandes difficultés, peut n'être pas irréalisable.

» Cette induction s'ajoute à celle que fournit, comme nous l'avons vu, la discussion des éclipses et des occultations. Le soin que les astronomes apportent depuis quelques années à l'étude de ces phénomènes et le grand nombre d'occultations de petites étoiles que l'on observe maintenant à chaque éclipse totale donnent lieu d'espérer que cette discussion pourra bientôt être reprise sur des bases nouvelles et dégagera des conclusions plus précises. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Examen de l'eau de mer puisée à différentes profondeurs; variations de ses composés iodés.* Note de M. **Armand Gautier.**

« Dans une précédente Communication (¹) j'ai montré que les eaux prises en mer, à la surface ou à faible profondeur, ne contiennent pas trace d'iode à l'état d'iodures ou d'iodates et que la totalité de cet élément, engagé dans des combinaisons complexes, ne devient sensible aux réactifs qu'après fusion à la potasse caustique du résidu laissé par l'eau.

» Je rappelle que j'ai trouvé pour l'eau de l'océan Atlantique, prise à l'entrée de la Manche à 40 kilomètres des côtes et à la surface :

		mgr
Iode (par litre d'eau)......	Iode minéral..............................	0,000
	Iode des parties organisées retenues par le filtre de biscuit.......................... ..	0,520
	Iode des combinaisons solubles complexes (²)..	1,800
	Total par litre........................	2,32

» Je viens de faire une étude parallèle pour l'eau de la Méditerranée, prise dans le golfe du Lion, à 11 kilomètres des côtes (³); elle m'a conduit à des résultats tout semblables. J'ai trouvé :

		mgr
Iode (par litre d'eau)......	Iode minéral..............................	0,000
	Iode des parties organisées retenues par le filtre de biscuit..........................	0,286
	Iode des combinaisons solubles complexes.....	1,960
	Total par litre........................	2,246

» Ces résultats établissent que :

» 1° L'eau de la Méditerranée possède, à la surface, une teneur en iode total sensiblement égale à celle de l'océan Atlantique, l'une et l'autre étant puisées loin de toute embouchure de fleuves et en pleine mer;

» 2° Dans la Méditerranée comme dans l'Atlantique, on ne trouve pas trace d'iodures ou d'iodates dans l'eau de surface;

(¹) *Comptes rendus,* t. CXXVIII, p. 1069.

(²) Celles-ci sont en partie organiques, mais je réserve le point de savoir si elles sont mélangées ou faiblement unies à des composés minéraux iodés peu solubles. tels que iodosulfates ou iodophosphates de chaux, à peu près comme les chloro- et fluorophosphates de chaux sont unis à l'osséine dans les os.

(³) Eau puisée le 10 mai 1899 à la surface, au droit du rocher de Monaco, par beau temps. Très légère pluie le 4 mai.

» 3° Dans ces eaux de mer l'iode est contenu, partie dans les êtres organisés, partie dans une substance complexe partiellement organique et soluble, azotée, phosphorée et dialysable.

» Quelle que soit la nature de cette substance iodée complexe (et j'y reviendrai), j'ai pensé qu'originaire des profondeurs et contenu primitivement dans les eaux de l'océan sous forme minérale l'iode, lorsqu'il arrive dans les régions de la mer riches en êtres vivants aptes à l'assimiler, y passe partiellement ou en totalité à l'état organique. Ce phénomène doit arriver à son maximum dans les régions de la mer où pénètre la lumière, et où peuvent vivre et se reproduire les algues à chlorophylle, sans que la transformation de l'iode minéral en matériaux organiques divers doive nécessairement cesser dans les régions plus profondes où les combinaisons iodées formées à la surface peuvent pénétrer grâce à une lente dialyse, et où d'ailleurs d'autres êtres non chlorophylliens, protozoaires, bactéries, etc. auxquels la lumière n'est pas nécessaire, peuvent aussi modifier les combinaisons minérales de l'iode, comme c'est notoirement le cas pour les spongiaires qui fixent, on le sait, cet élément à l'état organique.

» Si les choses se passent bien ainsi, il s'ensuit que les eaux de mer de la région du plankton peuvent être entièrement privées d'iode minéral (et nous avons établi qu'il en est ainsi, en effet), mais qu'au-dessous, c'est-à-dire à 300^{m} ou 400^{m} de profondeur, on peut espérer, étant donnée la pauvreté des eaux puisées à ces bas niveaux en organismes vivants, trouver une partie de l'iode à l'état primitif, c'est-à-dire à l'état minéral. C'est cette déduction que j'ai voulu soumettre au contrôle de l'expérience.

» Pour examiner l'eau de mer aux diverses profondeurs, j'ai pensé qu'il convenait de s'adresser d'abord aux eaux de la Méditerranée, où la température est presque constante du haut en bas (13°) et où il n'existe, au-dessous de 300^{m}, aucun courant qui mélange mécaniquement les couches supérieures et les couches profondes. Dans ce but, j'ai eu recours à S. A. S. le prince de Monaco, dont on connaît le zèle éclairé et l'indiscutable compétence en tout ce qui touche à l'Océanographie. Il a bien voulu (et je lui en suis très reconnaissant) me faire faire, sous la surveillance de son distingué directeur de travaux scientifiques, le Dr J. Richard que je remercie, des puisements d'eau prise sur une même verticale, le 10 mai dernier, au droit de Monaco, à 11^{km} de la côte, par 43°,41′, N, et 5°,13′ E. Ces eaux furent puisées : à 0^{m},50 au-dessous de la surface; à 780^{m}; à 880^{m}; enfin à 980^{m} de profondeur. A cette dernière cote on touchait le fond formé d'un sable argileux roussâtre.

» Il convenait d'abord de se rendre compte de la nature et, jusqu'à un certain point, de la masse des êtres vivants pouvant modifier ces eaux au-dessous de la région proprement dite du plankton. L'échantillon de 2^{lit} d'eau puisé à 780^{m} fut sacrifié pour l'examen de ces êtres et de leurs dépouilles. Dès sa sortie de la mer, cette eau fut additionnée de $\frac{1}{40}$ de son poids de formol, substance qui a la propriété de saisir et

insolubiliser les protoplasmas et de fixer les êtres vivants tels qu'ils sont au moment où ils subissent cette sorte d'embaumement. On peut alors reconnaître au microscope si ces êtres étaient vivants, ou du moins si leurs organes et protoplasmas étaient inaltérés au moment du puisement. Les eaux de 780^m, ainsi traitées, furent laissées à la cave au repos et dans l'obscurité, siphonées douze jours après, et les couches inférieures centrifugées. Le dépôt total recueilli sur trois verres à microscope ne pesait certainement pas, pour 2 litres, $\frac{1}{15}$ de milligramme, soit $\frac{1}{30}$ de milligramme par litre d'eau de mer prise à 780^m. Encore la majeure partie de ce dépôt était-il formé de débris inertes.

» Il fut reconnu, par M. Maxime Cornu et M. R. Blanchard, qui ont bien voulu l'examiner avec soin et auxquels j'adresse l'expression de ma gratitude, ne contenir aucune algue vivante au moment du puisement. On y trouva surtout des débris minéraux lamelleux, des carapaces chitineuses, jaunes et brunes, paraissant avoir appartenu à des animaux articulés; des masses informes provenant peut-être de protoplasmas altérés devenus huileux, granuleux, décolorés; quelques rares spicules d'éponges; à peine trois à quatre carapaces de diatomées dont quelques-unes à l'état de débris, un foraminifère; de petites sphères réfringentes paraissant des kystes d'infusoires ou autres protozoaires et quelques bactéries; enfin un très petit crustacé copépode, visible à la loupe et vivant au moment de la capture.

» En un mot, à ce niveau de 780^m au-dessous de la surface de la mer, les algues vivantes ont complètement disparu; on rencontre seulement des débris minéraux, quelques dépouilles d'animaux inférieurs, de rares crustacés microscopiques, infusoires, protozoaires et bactéries, représentant un poids excessivement faible vis-à-vis des débris qui les accompagnent et *a fortiori* de la masse de l'eau où ils vivent; et si ces derniers assimilent l'iode, ce ne peut-être qu'en quantité minime et proportionnelle à leur très faible poids, qui, d'après mes observations, est inférieure, pour la matière vivante, à $\frac{3}{1000}$ de milligramme par litre d'eau (1). Dans cette appréciation n'est pas

(1) Abstraction faite de poids (0^{mgr},15 environ) du petit crustacé. Le reste de la partie vivante du dépôt de l'eau ne paraît pas supérieur au quinzième de sa masse totale. Ce dépôt étant de $\frac{1}{30}$ de milligramme au maximum par litre, la partie vivante ne représente donc pas plus de 0^{mg},0022 par litre d'eau puisée à 780 mètres.

On est encore très peu renseigné sur les organismes microscopiques, ou très petits, vivant dans la mer à ces profondeurs. On sait seulement qu'à 5 ou 10 kilomètres des côtes, et à la surface, le nombre des bactéries diminue très rapidement; de 800 à 900 par centimètre cube près du rivage, il tombe à 30 ou 40 au large (Tolomei, 1899, *Bull. Soc. d'agric. et de pêche*, t. XI, p. 124). A 240 milles marins de la côte, E. Fischer a encore trouvé, dans la région du Gulf-Stream, 645 germes; il n'y avait plus 100 bactéries hors de ce courant (*Plankton Expedit.*, IV. Bd., 1894; A. Fischer, *Vorlesungen über Bacterien*, p. 62, Iena; 1897). Sur les mêmes points, mais entre 800^m et

comprise la petite quantité de substance gélatineuse complexe, très iodée, de nature inconnue, qu'arrête le filtre de porcelaine et que nous avons trouvée dans l'eau de mer à toute profondeur, mais moins abondante dans les eaux profondes.

» L'absence totale des algues, même microscopiques, et la très faible masse des autres êtres vivants ainsi constatée à ce niveau de 780^m, et *à fortiori* au-dessous, il était intéressant de rechercher l'influence de la disparition de ces êtres sur la composition de l'eau de mer, surtout au point de vue de sa teneur en iode et des formes sous lesquelles peut y être contenu cet élément. C'est ce que nous avons fait.

» Nous avons donc examiné comparativement les eaux puisées à la surface, à 880^m et à 980^m où l'on touchait le fond.

» Ces échantillons d'eau pris sur la même verticale furent introduits, dès leur sortie de la mer, dans des flacons de 2 litres préalablement rincés à l'eau distillée et bouchés à l'émeri ; ils furent conservés jusqu'au moment de leur examen dans une cave obscure pour éviter les modifications qu'aurait pu provoquer la lumière.

» On examina ces eaux au point de vue : 1° de leur densité ; 2° du poids du résidu sec ; 3° de leur chlore, brome et iode total ; 4° de leur richesse en iode total et de la nature de leurs divers composés iodés. Ces eaux paraissaient limpides et toutes les opérations furent pratiquées sans filtration préalable.

» *Densité aux diverses profondeurs.* — Cette densité fut prise à 4° et sur 250^{cc} à la fois pour permettre une grande précision. On trouva :

	Densité.	Poids du litre à 4°.
		gr
Surface	1,03014	1030,14
880^m	1,03104	1031,04
980^m	1,03076	1030,76

» Quoique la densité de l'eau du fond ne soit que légèrement inférieure à celle de l'eau puisée à 100 mètres au-dessus, cette petite différence, qui se traduit par 0^{gr},28 en moins par litre d'eau, est inattendue et nous semble intéressante. La plus faible densité de l'eau du fond a été confirmée, comme on va le voir, par les poids des résidus secs, un peu plus faibles à 980^m qu'à 880^m, aussi bien que par les dosages de chlore, brome et iode total. Il nous semble très probable que la mer reçoit, sur certains points, et en particulier dans cette partie du golfe du Lion, des eaux émanant de sources profondes, phénomène qui doit se passer surtout aux environs des côtes que

1100^m de profondeur, E. Fischer trouva seulement de huit à douze germes par cent. cube d'eau, soit dix fois moins environ qu'à la surfaoe. Par 1500^m à 2400^m on peut ne rien trouver de cultivable dans plusieurs centimètres cubes d'eau ou de vase du fond (température de l'eau +2° à +5°) ; mais il est possible que les espèces du fond échappent aux conditions de culture où s'était placé E. Fischer.

bordent, comme dans le cas présent, de hautes montagnes [1]. Le mélange de ces eaux douces avec les eaux de mer ne peut ensuite se faire que très lentement et par dialyse dans un milieu entièrement au repos et à une même température de 13° sur la plus grande hauteur.

» *Résidu sec.* — Il fut pris chaque fois sur 10cc d'eau mesurés à 4° et additionnés de 0gr,02 de carbonate de soude sec [2] pour éviter les pertes dues à la dissociation à chaud du chlorure de magnésium; la dessiccation fut faite au bain-marie, puis à 105°, jusqu'à constance de poids. On trouva :

	Résidu sec par litre d'eau.
	gr
Surface	43,40
880m	44,78
980m	43,41

» Ces poids sont remarquablement élevés. Le résidu sec par litre d'eau est de 35gr à 38gr,5 pour l'océan Atlantique, à la surface. Laurent a trouvé pour l'eau de la Méditerranée, près Marseille, 40gr,7. Mais nos trois pesées se contrôlent. On remarquera encore ici que l'eau du fond est un peu moins concentrée qu'à 100 mètres au-dessus.

» *Chlore-brome-iode.* — La totalité du chlore, brome et iode fut dosée par poids, toujours dans un même volume d'eau à 4°. On obtint :

	Chlorobromoiodure d'argent par litre.	Calcul (théorique) en sel marin.
	gr	gr
Surface	0,8579	34,92
880m de profondeur	0,8844	35,99
980m »	0,8767	35,68

» Le sel marin ainsi calculé est sensiblement supérieur à la réalité, tout le chlore des chlorures alcalino-terreux étant ici transformé arbitrairement, par le calcul, en chlorure de sodium. Mais on voit encore une fois les principaux sels de l'eau de mer plus abondants dans la couche de 880m qu'au-dessous et au-dessus.

» *Composés iodés.* — Pour la recherche des corps iodés, l'eau fut analysée trois jours après son puisement : elle n'avait qu'entrevu la lumière au moment de son transvasement. Il était important en effet d'éviter les modifications que, sous son influence, les êtres vivants pouvaient lui faire subir. Les

---

(1) Toute cette partie de la côte du golfe du Lion forme, on le sait, le contrefort des Alpes, et les sources d'eaux douces y ont été signalées, même en mer. Dans sa Géographie de *La Terre* (vol. II, 4e édit., ; 1881) Élisée Reclus écrit page 7 : « Ainsi » M. Villeneuve-Flayosc a découvert dans le golfe de Cannes une source d'eau douce » jaillissant du fond d'une espèce de puits dont les parois ont 27 degrés d'inclinaison. »

(2) Poids soustrait ensuite par le calcul de chaque résidu.

matières en suspension, vivantes ou non, furent séparées par le filtre de biscuit de Sèvres en pleine obscurité. On dosa ensuite l'iode sous ses trois formes, comme il a été dit dans une Note antérieure (1). On trouva :

		Iode par litre.
Surface	Iode retenu par le filtre de biscuit (matière glaireuse, parties insolubles, êtres vivants)	mgr 0,286
	Iode entièrement ou partiellement organique et soluble.	1,960
	Iode minéral (iodures, etc.)	0,000
		2,246
880m de profondeur	Iode retenu par le filtre de biscuit (organisé, insoluble, etc.)	mgr 0,100
	Iode entièrement ou partiellement organique et soluble.	2,130
	Iode minéral (iodures, etc.)	0,150
		2,380
980m de profondeur	Iode retenu par le filtre de biscuit (organisé, insoluble, etc.)	mgr 0,065
	Iode entièrement ou partiellement organique et soluble.	1,890
	Iode minéral (iodures, etc.)	0,305
		2,260

» L'examen de ces nombres donne lieu aux constatations suivantes :

» L'iode *total* est, par litre d'eau, presque constant du haut en bas de la mer, quel que soit le point où l'on puise l'eau.

» L'eau de la Méditerranée paraît légèrement plus pauvre en iode total ($2^{mgr},25$ par litre) que celle de l'océan ($2^{mgr},40$).

» A mesure que l'on monte vers la surface et que les êtres vivants (algues ou protozoaires) s'accumulent dans l'eau de mer, l'iode minéral des profondeurs disparaît : il est de $0^{mgr},305$ par litre, au fond; de $0^{mgr},150$ seulement à 100 mètres au-dessus; il a totalement disparu à la surface et probablement bien avant d'y arriver, dans les couches du plankton. C'est la confirmation des idées *a priori* qui nous ont guidé et que nous exposions plus haut.

» Parallèlement, l'iode organisé, en tous cas celui qui est retenu sur le filtre de biscuit, augmente à mesure qu'on s'élève à partir du fond, comme augmente la masse des êtres vivants qui le fixent. De $0^{mgr},065$ par litre d'eau, dans le fond, il passe à $0^{mgr},100$ à cent mètres plus haut et à $0^{mgr},286$ dans les eaux de la surface.

» Au contraire, l'iode dissous à l'état de combinaisons complexes est maximum à 880^{m}, mais varie peu du haut en bas. Les substances auxquelles

(1) *Comptes rendus,* séance du 1er mai 1899, t. CXXVIII, p. 1069.

cet iode appartient ne semblent donc pas provenir principalement des êtres vivants, si nombreux à la surface, et si rares à ces profondeurs.

» Quelles que soient les transformations subies par l'eau de mer, en raison de l'action des êtres vivants et de celle de la lumière, il est intéressant de constater que le taux de l'iode reste à peu près constant dans une même quantité d'eau de mer, quelle que soit la hauteur où on la puise, tandis que les formes sous lesquelles apparaissent les combinaisons iodées se modifient très sensiblement de bas en haut.

» Enfin, il est tout à fait remarquable d'observer qu'à toute profondeur existe en proportion plus ou moins variable, mais nullement en rapport avec la masse des êtres vivants qui habitent l'eau de mer, cette matière glaireuse que retient le filtre de porcelaine, matière extrêmement riche en iode et bien digne d'une étude spéciale. »

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un volume de MM. *Bos et Laffargue*, portant pour titre : « Distribution de l'énergie électrique en Allemagne ». (Présenté par M. Mascart.)

2° Un volume de M. *Maurice d'Ocagne*, intitulé : « Traité de Nomographie. — Théorie des abaques. — Applications pratiques ». (Présenté par M. Maurice Lévy.)

3° Une « Étude sur la Flore fossile du bassin houiller d'Héraclée (Asie Mineure), par M. *R. Zeiller* ». (Présenté par M. Michel Lévy.)

4° Une « Histoire abrégée de l'Astronomie, par M. *Ernest Lebon* ». (Présenté par M. Wolf.)

5° Le premier numéro du « Mois scientifique et industriel ; Revue internationale d'informations ». (Présenté par M. Ad. Carnot.)

ASTRONOMIE — *Observations de la comète Swift* (1899 *a*), *faites à l'équatorial Brunner* (0m,16), *de l'observatoire de Lyon;* par M. J. **Guillaume**, présentées par M. Lœwy.

Comparaisons et positions de la comète.

Dates. 1899.	Temps moyen de Paris.	✶☄ − ✶ Δα.	Δδ.	Nombre de comp.	α app.	Log fact. parall.	δ app.	Log. fact. parall.	✶
	h m s	m s	′ ″		h m s		° ′ ″		
Juin 8 .	11.27.27	+1.30,70	+7.13,0	3. 3	16. 1.12,90	+9,063	+46.26.10,9	−8,786	*a*
8..	11.57.37	+1.16,15	+4.59,7	2. 2	16. 0.58,35	+9,284	46.23.57,6	+9,001	*a*
⋆9..	12.36.47	+0.25,75	−6. 2,8	20.20	15.49.55,88	+9,492	44.42.57,4	+9,900	*b*
10..	9.47.20	−0.55,98	+1.18,7	2. 2	15.41.25,60	−8,843	43.17.42,4	+9,570	*c*
10..	10.13.20	−1. 5,69	−0.33,1	2. 2	15.41.15,89	−7,691	43.15.50,6	+9,540	*c*
12..	9.23.14	−1.18,77	−3.29,4	2. 2	15.25. 8,93	−8,822	40.11.42,4	+9,928	*d*
12..	9.46. 0	−1.26,02	−4.50,4	2. 2	15.25. 1,68	−8,094	40.10.21,4	+9,914	*d*
13..	12.12.57	−3.11,68	−1. 2,4	2. 2	15.17.23,74	+9,516	38.31.46,6	+0,280	*e*
13..	12.41.47	−3.19,22	−2.48,6	3. 2	15.17.16,20	+9,577	38.30. 0,4	+0,350	*e*
⋆14..	11.17.33	+0.14,50	−3.14,5	2. 2	15.11.26,40	+9,371	37. 8.56,3	+0,228	*f*
15..	10.35.49	+3. 1,55	−3.26,4	2. 2	15. 6. 0,31	+9,217	35.48.43,7	+0,226	*g*
15..	10.59.31	+2.56,35	−4.46,0	2. 2	15. 5.55,11	+9,330	35.47.24,1	+0,262	*g*
⋆30..	9.36.10	−0.10,10	−2.34,2	10.10	14.23.25,49	+9,349	21. 3.16,1	+0,598	*h*
⋆30..	9.58.12	−0.11,56	−3.11,3	10.10	14.23.24,03	+9,414	21. 2.39,0	+0,611	*h*
⋆30..	10.25.20	−0.12,97	−3.57,5	10.10	14.23.22,62	+9,477	21. 1.52,8	+0,628	*h*

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1899,0.

✶	Désignation.	α moy.	Réduction au jour.	δ moy.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
a........	DM + 46°.2142	15.59.38,92	+3,28	+46.19. 1,7	−3,8	A.G. Bonn, 10297.
b........	44.2518	15.49.26,86	+3,27	44.49. 3,8	−3,6	A.G. Bonn, 10201.
c........	43.2525	15.42.18,32	+3,26	43.16.27,3	−3,6	Comparée à *c′*.
c′.......	43.2531	15.46. 3,14	»	43. 9. 9,0	»	A.G. Bonn, 10175.
d........	40.2892	15.26.24,47	+3,23	40.15.15,4	−3,6	A.G. Bonn, 9984.
e........	38.2652	15.20.32,20	+3,22	38.32.52,6	−3,6	A.G. Lund Z 691.
f........	37.2621	15.11. 8,70	+3,20	37.12.14,5	−3,7	A.G. Lund Z 693.
g........	36.2574	15. 2.55,58	+3,18	35.52.13,9	−3,8	Weisse₁ 14h, 1329.
h........	21.2657	14.23.32,58	+3,01	21. 5.56,0	−5,7	A.G. Berlin, 5087.

Observations faites par passages, sauf celles marquées (⋆) qui ont été obtenues par pointés au micromètre à double fil. Grossissement = 100. Les observations des premiers jours ont été faites près du zénith, c'est-à-dire dans une position très incommode.

Remarques. — Le 9, la comète est visible à l'œil nu, comme une étoile de 5,5 à 6e grandeur; à la lunette, elle présente une nébulosité d'environ 6′ de diamètre, avec condensation centrale et noyau stellaire de 9e.

Le 15, apparence stellaire de 7e; nébulosité d'environ 4′ de diamètre, condensée au centre avec noyau de 9e.

Le 30, la comète s'est beaucoup affaiblie; elle présente une condensation centrale d'apparence stellaire 10e-11e.

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur la suppression des essais, dans le calcul des orbites paraboliques.* Note de M. **L. Picart**, communiquée par M. Callandreau.

« Dans sa belle préface aux *Leçons sur la détermination des orbites* professées par Tisserand, M. Poincaré a indiqué que le calcul des éléments d'une orbite parabolique peut être fait sans tâtonnement, l'un d'eux s'obtenant par une équation du premier degré.

» On peut arriver à un résultat analogue d'une façon très simple, si l'on admet, avec Laplace, que les observations aient fourni les dérivées du premier et du second ordre de la longitude et de la latitude géocentriques α et δ.

» Soient X et Y les coordonnées géocentriques du Soleil. Les coordonnées héliocentriques de la comète seront

$$x = \rho\cos\alpha - X, \qquad y = \rho\sin\alpha - Y, \qquad z = \rho\,\mathrm{tang}\,\delta,$$

où ρ représente la distance accourcie de l'astre à la Terre. De ces équations, on déduit, par différentiations, $\frac{dx}{dt}$, $\frac{dy}{dt}$, $\frac{dz}{dt}$, puis $\frac{d^2x}{dt^2}$, $\frac{d^2y}{dt^2}$, $\frac{d^2z}{dt^2}$. Égalant ces dernières expressions à $-\frac{K^2x}{r^3}$, $-\frac{K^2y}{r^3}$, $-\frac{K^2z}{r^3}$, on aura un système (1) de trois équations qui donneront ρ, $\frac{d\rho}{dt}$, $\frac{d^2\rho}{dt^2}$. On aura par suite x, y, z et $\frac{dx}{dt}$, $\frac{dy}{dt}$, $\frac{dz}{dt}$; or on sait que de la connaissance de ces six quantités on peut déduire les éléments de l'orbite cherchée. L'équation qui donne ρ s'écrit

$$\text{(2)} \qquad H\rho = \frac{K^2}{r^3} - \frac{K'^2}{R^3},$$

où l'on a posé

$$H = \frac{\frac{d\delta}{dt}\frac{d^2\alpha}{dt^2} - \frac{d\alpha}{dt}\frac{d^2\delta}{dt^2} - \left(\frac{d\alpha}{dt}\right)^3 \sin\delta\cos\delta + 2\frac{d\alpha}{dt}\left(\frac{d\delta}{dt}\right)^2 \mathrm{tang}\,\delta}{(X\cos\alpha + Y\sin\alpha)\frac{d\alpha}{dt}\sin\delta\cos\delta - (X\sin\alpha - Y\cos\delta)\frac{d\delta}{dt}}$$

et

$$K'^2 = K^2(1+\mu),$$

μ étant le rapport de la masse de la Terre à celle du Soleil.

» L'équation (2) est du huitième degré en ρ; elle s'abaisse au septième si l'on fait $\mu = 0$.

» Supposons maintenant que l'orbite soit une parabole. Nous aurons une condition supplémentaire

$$(3) \qquad \left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dy}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dz}{dt}\right)^2 = \frac{2K^2}{r}.$$

» A l'aide des deux premières équations (1), on peut obtenir $\frac{d\rho}{dt}$ en fonction de ρ. Si, dans l'expression ainsi trouvée, on remplace $\frac{K^2}{r^3}$ par sa valeur (2), on a simplement

$$\frac{d\rho}{dt} = -\frac{\rho}{2\frac{d\alpha}{dt}}\left[H(X\sin\alpha - Y\cos\alpha) + \frac{d^2\alpha}{dt^2}\right] = -I\rho.$$

» Substituant dans (3), on a l'équation

$$(4) \qquad \rho^2 J + 2B\rho + V^2 = \frac{2K^2}{r},$$

après avoir posé

$$J = \left[I^2 - 2I\,\mathrm{tang}\,\delta\frac{d\delta}{dt} + \cos^2\delta\left(\frac{d\alpha}{dt}\right)^2 + \left(\frac{d\delta}{dt}\right)^2\right]\frac{1}{\cos^2\delta},$$
$$B = I\left(\frac{dX}{dt}\cos\alpha + \frac{dY}{dt}\sin\alpha\right) + \frac{d\alpha}{dt}\left(\frac{dX}{dt}\sin\alpha - \frac{dY}{dt}\cos\alpha\right),$$
$$V^2 = \left(\frac{dX}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dY}{dt}\right)^2.$$

» L'équation (4) est du sixième degré en ρ, et les équations (2) et (4) doivent avoir une racine commune que l'on obtiendra par la méthode du plus grand commun diviseur.

» On peut simplifier un peu : on déduit de l'équation (2), après avoir multiplié les deux membres par

$$r^2 = \frac{\rho^2}{\cos^2\delta} - 2\rho\eta + R^2 \qquad (\eta = X\cos\alpha + Y\sin\alpha),$$

l'équation

$$(2') \qquad \left(2H\rho + \frac{2K'^2}{R^3}\right)\left(\frac{\rho^2}{\cos^2\delta} - 2\rho\eta + R^2\right) = \frac{2K^2}{r}.$$

» Retranchant membre à membre de l'équation (4), on a une équation

du troisième degré en ρ. Le problème revient à chercher la racine commune à deux équations, l'une du sixième degré, l'autre du troisième. Il suffit de deux divisions algébriques.

» Les équations s'écrivent

$$\rho^6 + L\rho^5 + M\rho^4 + N\rho^3 + P\rho^2 + Q\rho + S = 0, \tag{4'}$$

$$\rho^3 + l\rho^2 + m\rho + n = 0, \tag{5}$$

où l'on a

$$L = \frac{4B}{J} - 2\eta\cos^2\delta,$$

$$M = 2\frac{JV + 2B^2}{J^2} + \left(R^2 - \frac{8B}{J}\eta\right)\cos^2\delta,$$

$$N = \frac{4}{J^2}[BV^2 - \eta\cos^2\delta(JV^2 + 2B^2) + BJR^2],$$

$$P = \frac{V^4}{J^2} - 8\eta\cos^2\delta\frac{BV^2}{J^2} + 2R^2\cos^2\delta\frac{JV^2 + 2B^2}{J^2},$$

$$Q = \frac{2\cos^2\delta}{J^2}(2BV^2R^2 - \eta V^4),$$

$$S = \frac{\cos^2\delta}{J^2}(R^2V^4 - 4K^4),$$

$$l = \frac{K'^2}{R^3H} - 2\eta\cos^2\delta - \frac{J}{2H}\cos^2\delta,$$

$$m = R^2\cos^2\delta - 2\eta\frac{K'^2}{R^3H}\cos^2\delta - \frac{B}{H}\cos^2\delta,$$

$$n = -\left(V^2 - 2\frac{K'^2}{R}\right)\frac{\cos^2\delta}{2H} = -\frac{K'^2}{2H}\cos^2\delta.$$

» Si l'on pose enfin

$$p = P - Ll + 2ln - Mm + m^2 + 2Llm - 3l^2m - Nl + Ml^2 - Ll^3 + l^4,$$

$$pq = Q - Mn + 2mn + Lln - l^2n + Mlm - 2lm^2 - Nm + Lm^2 - Ll^2m + l^3m.$$

$$ps = S - Nn + n^2 + Lmn + Mln - 2lmn - Ll^2n + l^3n,$$

on obtient

$$\rho = -\frac{n - ls + qs}{m - s - lq + q^2}. \tag{6}$$

» Nous avons donc l'inconnue principale ρ en fonction rationnelle des données.

» Déjà Cauchy avait obtenu (*Comptes rendus*, t. XXV, p. 410), même dans le cas d'une orbite d'excentricité quelconque, une expression de ρ ne contenant qu'un radical cubique. Mais cette expression contenait les

dérivées du troisième ordre de la longitude et de la latitude géocentriques, dérivées qui se calculent avec moins de précision que les dérivées premières et secondes, et qui sont impossibles à obtenir lorsqu'on ne possède que trois observations.

» Si l'orbite est rigoureusement une parabole, l'équation (5) sera vérifiée par la valeur (6) de ρ. Si c'est une ellipse de grande excentricité, la valeur de ρ ne sera qu'approchée, et le résidu obtenu en substituant dans le premier membre de (5) sera sensiblement $\frac{K^2}{a}\frac{\cos^2\delta}{2H}$, a étant le demi grand axe; car les opérations ci-dessus s'appliquent au cas d'une orbite elliptique, pourvu qu'on remplace V^2 par $V^2 + \frac{K^2}{a}$.

» Il resterait à simplifier autant que possible le calcul précédent, à indiquer des procédés de vérification et à le comparer aux méthodes généralement employées; c'est ce que je me réserve de faire dans un travail plus développé. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur les transformations des droites.* Note de M. **E.-O. Lovett**, présentée par M. Darboux.

« Soient les équations de la droite

(1) $$y + kx + m = 0, \qquad z + lx + n = 0.$$

» Nous allons considérer des transformations de l'espace (x, y, z) dans l'espace (X, Y, Z), qui sont déterminées par deux équations

(2) $$\Phi(x, y, z, X, Y, Z) = 0, \qquad \Psi(x, y, z, X, Y, Z) = 0.$$

» La droite (1) sera transformée dans la surface représentée par l'équation

(3) $$\Omega(X, Y, X, k, l, m, n) = 0,$$

que l'on obtient en éliminant x, y, z au moyen des équations (1) et (2).

» Considérons le cas spécial dans lequel les équations (2) sont linéaires en x, y, z, à savoir

(4) $$\begin{cases} F_\alpha(X, Y, Z)x + F_\beta(X, Y, Z)y + F_\gamma(X, Y, Z)z + F_\delta(X, Y, Z) = 0, \\ F_\varepsilon(X, Y, Z)x + F_\zeta(X, Y, Z)y + F_\eta(X, Y, Z)z + F_\theta(X, Y, Z) = 0, \end{cases}$$

où les indices désignent le degré des fonctions, Dans ce cas, la droite (1)

sera transformée dans la surface

$$(5)\qquad \begin{vmatrix} k & 1 & 0 & m \\ l & 0 & 1 & n \\ F_\alpha & F_\beta & F_\gamma & F_\delta \\ F_\varepsilon & F_\zeta & F_\eta & F_\theta \end{vmatrix} = 0,$$

ou

$$(6)\qquad \left\{ \begin{aligned} & \begin{vmatrix} k & l \\ m & n \end{vmatrix} \begin{vmatrix} F_\beta & F_\gamma \\ F_\zeta & F_\eta \end{vmatrix} - k \begin{vmatrix} F_\beta & F_\delta \\ F_\zeta & F_\theta \end{vmatrix} \\ & - l \begin{vmatrix} F_\gamma & F_\delta \\ F_\eta & F_\theta \end{vmatrix} - m \begin{vmatrix} F_\alpha & F_\beta \\ F_\varepsilon & F_\zeta \end{vmatrix} - n \begin{vmatrix} F_\alpha & F_\gamma \\ F_\varepsilon & F_\eta \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} F_\alpha & F_\delta \\ F_\varepsilon & F_\theta \end{vmatrix} = 0. \end{aligned} \right.$$

» Si la surface doit être une quadrique, il faut que les relations suivantes aient lieu

$$(7)\qquad \left\{ \begin{aligned} & F_\beta F_\eta - F_\gamma F_\zeta = F'_2, && F_\beta F_\theta - F_\delta F_\zeta = F''_2, && F_\gamma F_\theta - F_\delta F_\eta = F'''_2, \\ & F_\alpha F_\zeta - F_\beta F_\varepsilon = F^{\text{IV}}_2, && F_\alpha F_\eta - F_\gamma F_\varepsilon = F^{\text{V}}_2, && F_\alpha F_\theta - F_\delta F_\varepsilon = F^{\text{VI}}_2, \end{aligned} \right.$$

» En introduisant les hypothèses suivantes qui n'imposent aucune restriction

$$(8)\qquad \left\{ \begin{aligned} & \beta + \eta > \gamma + \zeta, && \beta + \theta > \delta + \zeta, && \gamma + \theta > \delta + \eta, \\ & \alpha + \zeta > \beta + \varepsilon, && \alpha + \eta > \gamma + \varepsilon, && \alpha + \theta > \delta + \varepsilon, \end{aligned} \right.$$

nous trouvons que, pour que les relations (17) subsistent, les

$$(9)\qquad N = \tfrac{1}{2}(3\Sigma\alpha^2 + 3\Sigma\alpha + 16)$$

constantes définissant les fonctions F_i doivent satisfaire à

$$(10)\qquad \left\{ \begin{aligned} \nu = \tfrac{3}{2}[& (\beta+\eta)^2 + (\beta+\theta)^2 + (\gamma+\theta)^2 + (\alpha+\zeta)^2 + (\alpha+\eta)^2 + (\alpha+\theta)^2 \\ & + 3\alpha + 2\beta + 2\gamma + 2\eta + 3\theta - 36] \end{aligned} \right.$$

équations de condition

» Soient en particulier toutes les fonctions F_i du premier degré, ν va se réduire à zéro et N à 32, comme, d'ailleurs, on le voit immédiatement en regardant les formules (4). Considérons alors les équations

$$(11)\qquad x\varphi_1 + y\varphi_2 + z\varphi_3 + \varphi_4 = 0, \qquad x\varphi_5 + y\varphi_6 + z\varphi_7 + \varphi_8 = 0,$$

où

$$\varphi_i = a_i X + b_i Y + c_i Z + d_i.$$

Elles définissent un groupe de ∞^{30} transformations qui transforment la

droite (1) dans la quadrique

$$(12)\quad (kn - lm)\begin{vmatrix}\varphi_2\varphi_3\\ \varphi_6\varphi_7\end{vmatrix} - k\begin{vmatrix}\varphi_2\varphi_4\\ \varphi_6\varphi_8\end{vmatrix} - l\begin{vmatrix}\varphi_3\varphi_4\\ \varphi_7\varphi_8\end{vmatrix} - m\begin{vmatrix}\varphi_1\varphi_2\\ \varphi_5\varphi_6\end{vmatrix} - n\begin{vmatrix}\varphi_1\varphi_3\\ \varphi_5\varphi_7\end{vmatrix} + \begin{vmatrix}\varphi_1\varphi_4\\ \varphi_5\varphi_8\end{vmatrix} = 0.$$

» Si l'on veut que cette quadrique soit une sphère pour toutes les valeurs de k, l, m, n, il est nécessaire que φ_2, φ_3, φ_6, φ_7 se réduisent à des constantes. Donc nous voyons que les équations

$$(13)\quad \begin{cases}(a_1X+b_1Y+c_1Z+d_1)x+d_2y+d_3z+a_4X+b_4Y+c_4Z+d_4=0,\\ (a_5X+b_5Y+c_5Z+d_5)x+d_6y+d_7z+a_8X+b_8Y+c_8Z+d_8=0,\end{cases}$$

où les constantes sont assujetties aux conditions

$$(14)\quad \begin{gathered} a_1a_8 - a_4a_5 = b_1b_8 - b_4b_5 = c_1c_8 - c_4c_5 \\ \begin{cases} a_1b_8 + b_1a_8 - a_4b_5 - b_4a_5 = 0,\\ a_1c_8 + c_1a_8 - a_4c_5 - c_4a_5 = 0,\\ b_1c_8 + c_1b_8 - b_4c_5 - c_4b_5 = 0,\end{cases}\end{gathered}$$

déterminent ∞^{13} transformations qui changent les droites en des sphères.

» Les droites se transforment en des points si

$$(15)\quad d_1 : d_2 : d_3 : d_4 = d_5 : d_6 : d_7 : d_8.$$

En employant la méthode de S. Lie, nous vérifions facilement que les transformations (13) sont des transformations de contact. Nous voyons ensuite que, en particularisant les constantes de la manière suivante :

$$(16)\quad \begin{cases} a_1 = b_1 = d_1 = d_2 = c_4 = d_4 = c_5 = d_5 = d_7 = a_8 = b_8 = d_8 = 0,\\ c_1 = d_3 = a_4 = a_5 = d_6 = -c_8 = 1, \qquad b_4 = -b_5 = i,\end{cases}$$

nous avons la célèbre correspondance étudiée par Lie

$$(17)\quad Zx + z + X + iY = 0, \qquad (X - iY)x + y - Z = 0.$$

» Si nous recherchons les transformations de l'espace à n dimensions qui transforment les droites en des sphères et qui sont déterminées par deux équations bilinéaires, nous trouvons que ces équations doivent être de la forme

$$(18)\quad x_1\varphi_1 + \sum_{i=2}^{i=n} a_{n+1,i}x_i + \varphi_{n+1} = 0, \qquad x_1\varphi_{n+2} + \sum_{i=n+3}^{i=2n+1} a_{n+1,i}x_i + \varphi_{2(n+1)} = 0,$$

où

$$\varphi_i = a_{1,i}X_i + a_{2,i}X_2 + \ldots + a_{n,i}X_n + a_{n+1,i},$$

et les $6n$ constantes $a_{i,j}$ sont assujetties aux $\frac{1}{2}(n-1)(n-2)$ équations de condition; donc il n'y a pas de transformations de cette espèce dans les espaces à un nombre de dimensions supérieur à onze. Pour $n=11$, nous avons ∞^1 transformations; $n=10, \infty^6$; $n=9, \infty^{10}$; $n=8, \infty^{13}$; $n=7, \infty^{15}$; $n=6, \infty^{16}$; $n=5, \infty^{16}$; $n=4, \infty^{14}$; $n=3, \infty^{13}$.

» Nous remarquons enfin que l'on peut obtenir une certaine catégorie de ∞^6 transformations de contact en généralisant la forme donnée par Darboux (*Théorie des surfaces*, § 157, t. I) à la transformation de Lie. En effet, les équations

$$(19)\quad \begin{cases} k=a_2\alpha+b_1\beta+c_1\gamma+d_1\rho, & l=a_3\alpha+b_3\beta+c_3\gamma+d_3\rho, \\ n=a_2\alpha+b_2\beta+c_2\gamma+d_2\rho, & m=a_4\alpha+b_4\beta+c_4\gamma+d_4\rho \end{cases}$$

établissent une correspondance entre les droites (k, l, m, n) et les sphères $(\alpha, \beta, \gamma, \rho)$ de telle façon que deux droites se coupant se transforment en deux sphères se touchant si les équations suivantes sont satisfaites :

$$(21)\quad \begin{cases} a_1a_2-a_3a_4=b_1b_2-b_3b_4=c_1c_2-c_3c_4=d_1d_2-d_3d_4=1, \\ a_1b_2+b_1a_2-a_3b_4-b_3a_4=0, \qquad b_1c_2+b_2c_1-b_3c_4-b_4c_3=0, \\ a_1c_2+c_1a_2-a_3c_4-c_3a_4=0, \qquad b_1d_2+b_2d_1-b_3d_4-b_4d_3=0, \\ a_1d_2+d_1a_2-a_3d_4-d_3a_4=0, \qquad c_1d_2+c_2d_1-c_3d_4-d_3c_4-0, \end{cases}$$

car ces équations sont nécessaires et suffisantes pour que la forme quadratique

$$(k-k')(n-n')-(l-l')(m-m')$$

soit changée par la transformation (19) dans la forme quadratique

$$(\alpha-\alpha')^2+(\beta-\beta')^2+(\gamma-\gamma')^2-(\rho-\rho')^2.$$

» Ici il y a encore quelques questions qui se posent; par exemple la question de la possibilité de la transformation des lignes asymptotiques dans les lignes de courbure et la question si le groupe à six paramètres est continu dans le groupe à treize paramètres. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur les surfaces de M. Voss.* Note de **C. Guichard**, présentée par M. Darboux.

« Je conserve les notations et les formules de ma Note précédente (*Sur les réseaux cycliques qui contiennent un système de géodésiques*). J'ai fait remarquer que si $n=1$ le réseau F est un réseau de Voss, c'est-à-dire

que toutes les courbes du réseau sont des géodésiques. La congruence FS est donc une congruence de normales; par conséquent, le réseau T, qui lui est parallèle, est un réseau O; c'est un résultat que j'ai établi depuis longtemps.

» On a alors les formules suivantes :

$$a = \sin\varphi, \qquad m = \cos\varphi,$$
$$b = \frac{\partial\varphi}{\partial v}, \qquad n = 1, \qquad \frac{\partial^2\varphi}{\partial u\,\partial v} = \sin\varphi,$$
$$h = \frac{\partial\rho}{\partial v}, \qquad l = \rho, \qquad \frac{\partial^2\rho}{\partial u\,\partial v} = \rho\cos\varphi.$$

» A chaque surface M on peut faire correspondre une infinité de surfaces analogues (M') pour lesquelles :

$$a' = \alpha\sin\varphi, \qquad m' = \alpha\cos\varphi, \qquad h' = \alpha h,$$
$$b' = \frac{\partial\varphi}{\partial v}, \qquad n' = \frac{1}{\alpha}, \qquad l' = l,$$

α étant une constante arbitraire.

» Soient maintenant P un point de MT qui décrit un réseau, PQ et PR les deux tangentes à ce réseau qui rencontrent respectivement en Q et R les secondes tangentes des réseaux M et T. La congruence PQ est harmonique au réseau M et la congruence PR au réseau T; donc ces deux congruences sont *cycliques*.

» Nous obtenons ainsi des réseaux dont les deux tangentes décrivent des congruences cycliques; les congruences parallèles à ces réseaux sont telles que leurs deux réseaux focaux sont cycliques.

» Les solutions ainsi obtenues sont les solutions les plus générales du problème suivant :

» *Trouver toutes les congruences dont les deux réseaux focaux sont cycliques.*

» Ce problème est, comme je l'établirai plus tard, un problème du sixième ordre (quand on ne cherche que la direction des éléments); les solutions qui se présentent ici ne dépendent que de deux équations du second ordre.

» Les cosinus directeurs ξ_1, ξ_2, ξ_3 de la droite MT sont solutions de l'équation

$$\frac{\partial^2\xi}{\partial u\,\partial v} = \frac{1}{n}\frac{\partial n}{\partial u}\frac{\partial\xi}{\partial v} + mn\xi = \xi\cos\varphi.$$

» Les cosinus directeurs ξ'_1, ξ'_2, ξ'_3 de la tangente M′T′ au réseau correspondant M′ satisfont à la même équation. Il en résulte que la congruence MT est 3O d'une infinité de manières. On pourra donc choisir le point P de façon que le réseau P soit 2O; si l'on effectue les calculs on trouve que les réseaux Q et R sont aussi 2O; donc :

» *Ces réseaux* P *sont* 2O, *les deux réseaux qui s'en déduisent par la méthode de Laplace sont* 2O, *enfin chaque tangente au réseau* P *décrit une congruence cyclique.*

» La congruence MT est plusieurs fois cyclique; soit μ un réseau O harmonique à MT; les tangentes μM, μT à ce réseau décrivent des congruences 2O.

» On est amené à étudier ce second groupe de surfaces. Pour ces surfaces, on a

$$a = \alpha \sin\varphi, \qquad m = \frac{\alpha}{\beta}\lambda\cos\varphi,$$
$$b = \beta\sin\psi, \qquad n = \frac{\beta}{\alpha}\mu\cos\psi,$$

φ et ψ étant donnés par les équations

$$\frac{\partial\varphi}{\partial v} = \lambda\sin\psi,$$
$$\frac{\partial\psi}{\partial u} = \mu\sin\varphi;$$

α, β, λ, μ étant des constantes liées par la relation

$$\alpha\beta - \frac{\alpha}{\beta}\lambda^2 - \frac{\beta}{\alpha}\mu^2 = 0.$$

» A l'aide de ces formules, on vérifie que *les réseaux* S *et* T *de ce second groupe de surfaces sont* 2O.

» Les cosinus directeurs ξ_1, ξ_2, ξ_3 de MT satisfont ici à l'équation

$$\frac{\partial^2\xi}{\partial u\,\partial v} = \frac{1}{n}\frac{\partial n}{\partial u}\frac{\partial\xi}{\partial v} + mn\xi,$$

ou

$$(1) \qquad \frac{\partial^2\xi}{\partial u\,\partial v} = -\mu\frac{\sin\psi\sin\varphi}{\cos\psi}\frac{\partial\xi}{\partial v} + \lambda\mu\cos\varphi\cos\psi\,\xi.$$

» On vérifie qu'elle admet les deux solutions $\cos\theta$ et $\sin\theta$, θ étant dé-

terminé par les deux équations compatibles

$$\frac{\partial\theta}{\partial u} = i\mu \cos\varphi,$$

$$\frac{\partial\theta}{\partial v} = i\lambda \cos\psi.$$

Elle admet, en outre, la solution $\sin\psi$.

» Cela posé, si l'on considère une congruence rapportée à ses développables et telle que la droite génératrice ait ses cosinus directeurs proportionnels aux quantités

$$\cos\theta, \quad \sin\theta, \quad i\sin\psi,$$

on verra que l'un des réseaux focaux de cette congruence est un réseau O et que l'autre se projette sur le plan des deux premières coordonnées suivant un réseau O; donc :

» *La recherche des surfaces de Voss est équivalente à celle des congruences dont l'un des réseaux focaux est formé par les lignes de courbure d'une surface et dont l'autre se projette sur un plan fixe suivant un réseau orthogonal.* »

ALGÈBRE. — *Les groupes d'ordre* $16p$, *p étant un nombre premier impair.* Note de M. **Le Vavasseur**, présentée par M. Darboux.

« J'omets, dans l'énumération, trente-quatre groupes décomposables. Voici les autres :

$$G^{\beta}_{16p} \begin{cases} [a^{16} = b^p = 1, ba = ab^{\alpha}, \alpha \text{ appartient à l'exposant } 2^{\beta} \pmod p], \\ \beta = 1, 2, 3, 4, \end{cases}$$

$$G^{5}_{16p} \begin{cases} [a^8 = b^2 = c^p = 1, ab = ba, ca = ac^{\alpha}, cb = bc^{-1} \\ \alpha \text{ appartient à l'exposant } 4 \pmod p], \end{cases}$$

$$G^{6}_{16p} \quad (a^8 = b^2 = c^p = 1, ab = ba^5, ca = ac^{-1}, cb = bc),$$

$$G^{7}_{16p} \begin{cases} [a^8 = b^2 = c^p = 1, ab = ba^5, ca = ac^{\alpha}, cb = bc \\ \alpha \text{ appartient à l'exposant } 4 \pmod p], \end{cases}$$

$$G^{8}_{16p} \quad (a^8 = b^2 = c^p = 1, ab = ba^5, ca = ac, cb = bc^{-1}),$$

$$G^{9}_{16p} \begin{cases} [a^8 = b^2 = c^p = 1, ab = ba^5, ca = ac^{\alpha}, cb = bc^{-1} \\ \alpha \text{ appartient à l'exposant } 4 \pmod p], \end{cases}$$

$$G^{10}_{18p} \begin{cases} (a^2 = b^2 = c^4 = d^p = 1, ac = ca, \quad bc = cb, \quad ab = bac^2 \\ da = ad, \quad db = bd, \quad dc = cd^{-1}), \end{cases}$$

G_{16p}^{11} $\left\{\begin{array}{l}(a^2=b^2=c^4=d^p=1,\ ac=ca,\quad bc=cb,\quad ab=bac^2\\ \qquad\qquad\qquad da=ad,\quad db=bd^{-1},\ dc=cd\ ),\end{array}\right.$

G_{16p}^{12} $\left\{\begin{array}{l}(a^2=b^2=c^4=d^p=1,\ ac=ca,\quad bc=cb,\quad ab=bac^2\\ \qquad\qquad\qquad da=ad^{-1},\ db=bd^{-1},\ dc=cd^{-1}),\end{array}\right.$

G_{16p}^{13} $(a^4=b^4=c^p=1,\ ab=ba^3,\ ca=ac^{-1},\ cb=bc\ \ ),$

G_{16p}^{14} $(a^4=b^2=c^p=1,\ ab=ba^3,\ ca=ac,\quad cb=bc^{-1}),$

G_{16p}^{15} $\left\{\begin{array}{l}[a^4=b^4=c^p=1,\ ab=ba^3,\ ca=ac,\quad cb=bc^{\alpha}\\ \qquad\qquad \alpha \text{ appartient à l'exposant } 4 \pmod p],\end{array}\right.$

G_{16p}^{16} $\left\{\begin{array}{l}(a^4=b^4=c^2=d^p=1,\ ac=ca,\quad bc=cb,\quad ab=bac\\ \qquad\qquad\qquad da=ad^{-1},\ db=bd,\quad dc=cd\ ),\end{array}\right.$

G_{16p}^{17} $\left\{\begin{array}{l}[a^4=b^2=c^2=d^p=1,\ ac=ca,\quad bc=cb,\quad ab=bac\\ \qquad\qquad\qquad da=ad^{\alpha},\ db=bd,\quad dc=cd\\ \qquad\qquad \alpha \text{ appartient à l'exposant } 4 \pmod p],\end{array}\right.$

G_{16p}^{18} $\left\{\begin{array}{l}(a^4=b^2=c^2=d^p=1,\ ac=ca,\quad bc=cb,\quad ab=bac\\ \qquad\qquad\qquad da=ad,\quad db=bd^{-1},\ dc=cd\ ],\end{array}\right.$

$G_{16p}^{19}(a^8=b^4=c^p=1,\ a^4=b^2,\ ab=ba^7,\ ca=ac,\quad cb=bc^{-1}),$

$G_{16p}^{20}(a^8=b^4=c^p=1,\ a^4=b^2,\ ab=ba^7,\ ca=ac^{-1},\ cb=bc\ \ ),$

$G_{16p}^{21}(a^8=b^2=c^p=1,\ ab=ba^3,\ ca=ac,\quad cb=bc^{-1}),$

$G_{16p}^{22}(a^8=b^2=c^p=1,\ ab=ba^3,\ ca=ac^{-1},\ cb=bc\ \ ),$

$G_{16p}^{23}(a^8=b^2=c^p=1,\ ab=ba^3,\ ca=ac^{-1},\ cb=bc^{-1}),$

$G_{16p}^{24}(a^8=b^2=c^p=1,\ ab=ba^7,\ ca=ac,\quad cb=bc^{-1}),$

$G_{16p}^{25}(a^8=b^2=c^p=1,\ ab=ba^7,\ ca=ac^{-1},\ cb=bc\ \ ),$

G_{48}^{26} $(a^4=b^4=c^3=1,\ ab=ba,\ ac=cb,\quad bc=ca^3b^3),$

G_{80}^{27} $[a^{(2,x^4+x^3+x^2+x+1)}=b^5=1,\ ab=ba^x],$

G_{48}^{28} $[a^{(2,x^4+x^3+x^2+x+1)}=b^3=1,\ ab=ba^{x^3+x^2}],$

G_{48}^{29} $\left\{\begin{array}{l}(a^2=b^2=c^4=d^3=1,\ ab=bac^2,\ ac=ca,\ bc=cb\\ \qquad\qquad\qquad cd=dc,\ ad=db,\ bd=dabc),\end{array}\right.$

G_{48}^{30} $(a^8=b^2=c^3=1,\ ab=ba^3,\ ac^2=ca^7,\ a^7c^2=ca^2b,\ bc^2=cb).$ »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le développement d'une branche uniforme de fonction analytique en série de polynomes.* Note de M. **Paul Painlevé**, présentée par M. Appell.

« Dans une Note antérieure (*Comptes rendus*, 23 mai 1899), j'ai indiqué une méthode de démonstration très simple du théorème récemment publié par M. Mittag-Leffler. Je voudrais donner ici quelques applications précises de la méthode.

» Considérons, dans le plan complexe des ζ, l'angle aigu $\mathcal{E}$ compris entre les deux demi-droites issues du point -1 et qui font avec le demi-axe réel positif les angles $\frac{\pi}{2N}$ et $-\frac{\pi}{2N}$ (N désignant une quantité donnée plus grande que 1), et soit

$$\zeta = g(Z) = \left(\frac{1 + \frac{2^N - 1}{2^N + 1} Z}{1 - \frac{2^N - 1}{2^N + 1} Z} \right)^{\frac{1}{N}} - 1$$

la fonction qui représente l'aire $\mathcal{E}$ sur un cercle du plan Z, de façon qu'au point $z = 0$ corresponde le centre $Z = 0$ du cercle, et au point $\zeta = 1$ le point $Z = 1$. Soit maintenant $z = \zeta^2 = g^2(Z)$: quand le point Z décrit la circonférence de centre $Z = 0$ et de rayon 1, le point z décrit une courbe fermée C_N entourant l'origine et passant par le point $z = 1$. Si N croît indéfiniment, C_N tend à se réduire au segment 01 de l'axe réel. Soit enfin $z_1 = \frac{a}{z}$: quand z parcourt C_N, z_1 parcourt une courbe fermée, soit C_N^a.

» Ceci posé, considérons la fonction

$$\varphi(Z) \equiv \frac{1}{1 - z g^2(Z)},$$

et développons-la en série de Mac-Laurin :

$$\frac{1}{1 - z g^2(Z)} = A_0(z) + A_1(z)Z + A_2(z)Z^2 + A_3(z)Z^3 + \ldots,$$

où les A_{2q}, A_{2q+1} sont des polynomes en z de degré q ($A_0 \equiv 1$, $A_1 \equiv 0$). Faisons $Z = 1$, et (pour simplifier la notation) posons $B_q = A_{2q} + A_{2q+1}$; *la série*

$$(1) \qquad \sum_{q=0}^{q=\infty} B_q(z) \equiv \sum_{q=0}^{q=\infty} (\lambda_{0,q}^N + \lambda_{1,q}^N z + \lambda_{2,q}^N z^2 + \ldots + \lambda_{q,q}^N z^q)$$

converge et représente $\frac{1}{1-z}$ *dans toute l'aire intérieure à la courbe fermée* C_N^1. *Les* λ *sont des fonctions rationnelles de* N *à coefficients entiers, dont il est facile de donner l'expression explicite.*

» Plus généralement, soit $F(z)$ une branche de fonction analytique holomorphe à l'origine; soit α *son étoile de convergence*. Soit enfin a un quelconque des points singuliers de la branche $F(z)$ (a est un sommet de l'étoile), et soit α_N *l'aire intérieure à toutes les courbes* C_N^a. Quand N croît indéfiniment, α_N tend vers α. Remplaçons dans tous les termes de (1)

les z^j par $\frac{F^{(j)}(o)}{j!} z^j$, et soit $P_q(z)$ ce que devient alors $B_q(z)$; *on a*

$$(2)\quad F(z) = \sum_{q=0}^{q=\infty} P_q(z) \equiv \sum_{q=0}^{q=\infty} \left[F(o)\lambda_{0,q}^N + \lambda_{1,q}^N \frac{F'(o)}{1} z + \ldots + \lambda_{q,q}^N \frac{F^q(o)}{q!} z^q \right],$$

dans toute l'aire α_N. Pour tout point *extérieur* à α_N, la série *diverge*.

» Précisons un peu le degré de convergence de ces séries. Il nous suffit de considérer la série (1). Soit, dans le plan ζ, ABC l'aire de l'angle $\mathcal{E}$ située à gauche de la droite $\xi = 1$, $(\zeta = \xi + i\eta)$, et soit A′B′C′ l'aire homothétique de ABC par rapport à $\zeta = 0$, le rapport d'homothétie étant $1 + \frac{2}{N}$. Soit enfin Γ_N l'aire transformée de A′B′C′ dans la transformation $z = \frac{1}{\zeta^2}$. Quand N croît indéfiniment, l'aire Γ_N comprend sensiblement tout le plan, abstraction faite du segment $1, +\infty$ de l'axe réel. Ceci posé, soit $S_\nu^N(z)$ la somme des ν premiers termes de la série (1); on a

$$\left| \frac{1}{1-z} - S_\nu^N(z) \right| < N^3 2^{N+3} \left(\frac{1}{2^{N+1}} \right)^{-\nu}.$$

Il suit de là que, si l'on pose $N = \log(n+2)$

$$\nu = n, \qquad Q_n \equiv S_\nu^N(z), \qquad \Pi_n = Q_{n+1} - Q_n, \qquad \Pi_0 = 1,$$

la série $\sum_{n=0}^{n=\infty} \Pi_n(z)$, *dont les termes sont des polynomes en* z *de degré* n, converge et représente $\frac{1}{1-z}$ dans tout le plan, sauf sur le segment $1, +\infty$ de l'axe réel.

» Dans l'aire $\Gamma_{\log q}$ (qui tend vers α pour $q = \infty$), la somme Σ_q des q premiers termes de la série représente $\frac{1}{1-z}$ avec une erreur moindre que $2^{+\frac{q}{3}(1-\log 2)}$. Les coefficients des Π_n *sont rationnels en* $\log(n+2)$. Si, au lieu de faire $N = \log(n+2)$, $\nu = n$, on faisait $N = n$, $\nu = 4n2^n$, on obtiendrait une série bien plus rapidement convergente, où tous les coefficients seraient *des nombres rationnels*, mais dont le $n^{\text{ième}}$ terme serait un polynome en z de degré $4n2^n$.

» *Pour obtenir le développement de* $F(z)$ *dans* α, *il suffit, dans une des deux séries précédentes, de remplacer partout* z^j *par* $\frac{z^j F^{(j)}(o)}{j!}$ $(j = 0, 1, 2, \ldots)$.

» Donnons maintenant un exemple d'*étoile curviligne*. Le point z étant un

point quelconque du plan complexe ($z = x + iy$), décrivons sur le segment $\overline{oz}$ comme diamètre un demi-cercle omz ou L, qui sera défini sans ambiguïté par la condition que le sens $omzo$ soit le sens *positif* du contour fermé $omzo$. Prolongeons la branche de fonction $F(z)$, holomorphe à l'origine, le long de L : si le prolongement est possible régulièrement jusqu'en z, le point z, par définition, fera partie de *l'étoile curviligne d'espèce* L attachée à F. Soient α' cette étoile, $F_L(z)$ la valeur ainsi définie pour F en z. Soit, enfin, $\bar{a}$ un quelconque des points singuliers de F qu'on rencontre sur les chemins L : *les points du plan exclus de l'étoile α' sont tous distribués sur des demi-droites issues des points a et faisant avec la direction $\overline{oa}$ l'angle* $+\frac{\pi}{2}$. Représentons enfin par C'_N la courbe que parcourt le point $z = \frac{1 - e^{(\pi z)}}{2}$ quand z_1 parcourt le contour désigné plus haut par C_N. En substituant, dans toutes les définitions du début, C'_N à C_N, on définit, pour chaque valeur de $N(N > 1)$, une aire α'_N qui tend vers α' pour $N = \infty$. Ceci posé, *toutes les propositions précédentes subsistent sans modification pour la branche* $F_L(z)$ *et les aires* α', α'_N, *à condition de substituer à la fonction* $\varphi(Z)$, *introduite plus haut, la fonction*

$$\varphi(Z) = \frac{1}{1 - \frac{z}{2}\left[1 - e^{i\pi g^2(Z)}\right]},$$

où $g(Z)$ garde le même sens. Le développement de la nouvelle fonction $\varphi(Z)$ en série de Mac-Laurin (où l'on fait $Z = 1$) fournit donc le moyen de *développer* $\frac{1}{1-z}$ *en une série explicite* $\Sigma\Pi_n(z)$ *de polynomes convergente dans tout le plan sauf sur la demi-droite issue du point* $z = 1$ *et parallèle à* oy. En remplaçant partout z^j par $\frac{F^j(0)}{j!}z^j$, on obtient un développement de $F_L(z)$ convergent dans toute l'étoile α'.

» Observons que l'*étoile* α' *n'est pas nécessairement d'un seul tenant*. Soit, par exemple, $F = \sqrt{(1-z)(2-2z+z^2)}$ où $F = +\sqrt{2}$ pour $z = 0$; l'étoile α' relative à F comprend tout le plan, à l'exception des trois demi-droites D, D', D'' issues des points $z = 1$, $z = 1 + i$, $z = 1 - i$ et faisant respectivement avec Ox les angles $+\frac{\pi}{2}$, $+\frac{3\pi}{4}$, $+\frac{5\pi}{4}$. Les deux premières forment un angle aigu E et les points intérieurs à E ne peuvent être reliés à l'origine par un chemin continu sans franchir les demi-droites D ou D'. La série S converge dans tout le plan sauf sur D, D', D'' et représente, pour

un point z de E, la valeur $F_L(z)$ avec laquelle on arrive en z sur la demi-circonférence L. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur deux équations intégrables du second ordre.* Note de M. E. GOURSAT, présentée par M. Appell.

« J'ai énuméré dans un travail récent (*Annales de la Faculté des Sciences de Toulouse*, 1899) tous les types d'équations aux dérivées partielles du second ordre, de la forme $s=f(x, y, z, p, q)$, qui admettent deux intégrales intermédiaires distinctes du second ordre. Les formules suivantes, que j'ai obtenues depuis, complètent les résultats de ce Mémoire.

» L'intégrale générale de l'équation

$$(1) \qquad sz = \sqrt{1+p^2}\sqrt{1+q^2}$$

est représentée par la formule

$$(2) \qquad z^2 = \left(\int X\,dx - \int \frac{dy}{Y}\right)\left(\int Y\,dy - \int \frac{dx}{X}\right),$$

où X est une fonction arbitraire de x et Y une fonction arbitraire de y. Pour faire disparaître les quadratures, il suffira de poser

$$X = \alpha, \qquad x = \alpha^2 f''(\alpha) + \alpha f'(\alpha) - f(\alpha),$$
$$Y = \beta, \qquad y = \beta^2 \varphi''(\beta) + \beta \varphi'(\beta) - \varphi(\beta),$$

α et β désignant deux paramètres auxiliaires, f et φ deux fonctions arbitraires.

» L'intégrale générale de l'équation

$$(3) \qquad s \sin z = \sqrt{1+p^2}\sqrt{1+q^2}$$

est représentée par la formule

$$(4) \qquad \cos z = \frac{2\left(\frac{u_1}{u_2}\frac{u'_1}{u'_2} + \frac{v_1}{v_2}\frac{v'_1}{v'_2}\right) + \left(\frac{u_1}{u_2} + \frac{u'_1}{u'_2}\right)\left(\frac{v_1}{v_2} + \frac{v'_1}{v'_2}\right)}{\left(\frac{u_1}{u_2} - \frac{u'_1}{u'_2}\right)\left(\frac{v_1}{v_2} - \frac{v'_1}{v'_2}\right)},$$

où u_1 et u_2 sont deux fonctions de x, vérifiant l'équation linéaire du second ordre

$$\frac{d^2u}{dx^2} - X\frac{du}{dx} - \frac{u}{4} = 0,$$

X étant une fonction arbitraire de x; v_1 et v_2 sont de même deux fonctions de y satisfaisant à une équation linéaire de même forme

$$\frac{d^2 v}{dy^2} - \mathrm{Y}\frac{dv}{dy} - \frac{v}{4} = 0,$$

où Y est une fonction arbitraire de y. On voit facilement que u_1, u_2, v_1, v_2 peuvent s'exprimer par des quadratures seulement. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une classe d'équations aux dérivées partielles.* Note de M. **Ivan Fredholm**, présentée par M. Poincaré.

« Soit

$$(1) \qquad f\left(\frac{\partial}{\partial x}, \frac{\partial}{\partial y}, \frac{\partial}{\partial z}\right) u = 0$$

une équation différentielle linéaire homogène et à coefficients constants, et supposons que $f(\xi, \eta, \zeta)$ soit une fonction définie du degré $2n$.

» Soit, de plus, $\psi(\xi, \eta, \zeta)$ une forme quelconque du degré $2n-2$ et formons l'intégrale

$$(2) \qquad u = \int \frac{\psi(\xi, \eta, \zeta)}{f(\xi, \eta, \zeta)} (a\,d\xi + b\,d\eta + c\,d\zeta),$$

où l'intégration doit être étendue à tous les éléments d'une ligne droite située dans le plan

$$x\xi + y\eta + z\zeta = 0,$$

et passant par le point

$$\xi = \begin{vmatrix} y & z \\ b & c \end{vmatrix}, \qquad \eta = \begin{vmatrix} z & x \\ c & a \end{vmatrix}, \qquad \zeta = \begin{vmatrix} x & y \\ a & b \end{vmatrix}.$$

» J'ai démontré [1] que la fonction n est une intégrale de l'équation (1) jouissant des propriétés d'être homogène du degré -1 et de n'avoir aucun point singulier réel sauf l'origine.

» On démontre aussi facilement que les diverses fonctions qu'on obtient, en posant, dans la formule (2),

$$\psi = \xi^\alpha \eta^\beta \zeta^\gamma \qquad (\alpha + \beta + \gamma = 2n - 2),$$

sont les dérivées d'ordre $2n-2$ d'une même fonction, soit $\mathrm{P}(x, y, z)$.

---

(1) *Acta mathematica*, t. XXIII.

» Il est clair que P est aussi une intégrale de l'équation (1) n'admettant pas d'autre point singulier que l'origine.

» Je me propose de montrer que le rôle de la fonction P par rapport à l'équation (1) est analogue à celui de la fonction $\frac{1}{r}$ par rapport à l'équation de Laplace.

» En effet, l'équation (1) étant identique à son adjointe, on a toujours, entre deux fonctions u et v admettant des dérivées continues jusqu'à l'ordre $2n$, la relation

$$(3) \quad \int_S (vfu - nfv)\,dS = \int_\sigma [L\cos(n,x) + M\cos(n,y) + N\cos(n,z)]\,d\sigma,$$

où dS désigne l'élément de volume d'un domaine S et $d\sigma$ l'élément de surface de la frontière σ de S.

» L, M, N sont des expressions bilinéaires des fonctions u, v et leurs dérivées jusqu'à l'ordre $2n-1$ inclus. Il importe d'observer que le coefficient d'une dérivée quelconque d'ordre v de u est une fonction linéaire des dérivées d'ordre $2n-1-v$ de v.

» Cela posé, supposons que u soit une intégrale de l'équation (1) et posons $r = P(x-x_0, y-y_0, z-z_0)$. La formule (3) s'applique encore à condition d'exclure le point x_0, y_0, z_0 du domaine S en l'entourant d'une surface arbitrairement petite. Un raisonnement calqué sur la démonstration classique de la formule de Green nous permettra d'écrire la formule

$$(4) \qquad ku(x_0, y_0, z_0) = \int_\sigma [L\cos(n,x) + M\cos(n,y) + N\cos(n,z)]\,d\sigma,$$

qui présente une analogie parfaite avec la formule bien connue de Green.

» Désignons maintenant sous le nom de *problème de Dirichlet généralisé* la recherche d'une intégrale de l'équation (1) continue ainsi que ses dérivées jusqu'à l'ordre $2n$ inclus dans S, prenant à sa surface σ des valeurs données ainsi que ses dérivées jusqu'à l'ordre $n-1$ inclus.

» Admettons qu'il soit possible de résoudre ce problème, et désignons par $g(x, y, z; x_0, y_0, z_0)$ la fonction en donnant la séparation dans le cas où les valeurs données à la surface sont celles de la fonction

$$P(x-x_0, y-y_0, z-z_0)$$

et ses dérivées. L'application de la formule (3) aux fonctions n et g conduit

maintenant au résultat

$$\int [L_1 \cos(n, x) + M_1 \cos(n, y) + N_1 \cos(n, z)]\, d\sigma = 0,$$

où les expressions L_1, M_1, N_1, en ce qui concerne les termes contenant des dérivés d'ordre supérieur à $n - 1$, sont égales aux termes correspondants dans les expressions L, M, N. Par conséquent la formule

$$ku(x_0, y_0, z_0) = \int_\sigma [(L - L_1)\cos(n, x) + (M - M_1)\cos(n, y) - (N - N_1)\cos(n, z)]\, d\sigma$$

ne contient que les dérivées de u d'ordre inférieur à n.

» Elle représente par suite la solution du problème de Dirichlet généralisé et elle montre que cette solution est unique, toutefois en faisant l'hypothèse que le problème est toujours soluble. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Considérations sur les Travaux de MM. S. Lie et A. Mayer.* Note de M. **N. Saltykow**, présentée par M. C. Jordan.

« Soit

$$(1) \qquad \begin{cases} p_k + H_k(x_1, x_2, \ldots, x_n, z, p_{m+1}, p_{m+2}, \ldots, p_n) = 0 \\ k = 1, 2, \ldots, m, \qquad m < n, \end{cases}$$

un système complet, les variables p_i désignant les dérivées partielles $\frac{\partial z}{\partial x_i}$. Supposons que les équations

$$(2) \qquad \begin{cases} f_i(x_1, x_2, \ldots, x_n, z) = C_i, \\ i = 1, 2, \ldots, l, \qquad l \leqq n - m, \end{cases}$$

C_i étant des constantes arbitraires, sont des intégrales du système aux différentielles totales

$$(3) \qquad \begin{cases} dx_{m+i} = \sum_{k=1}^{m} \frac{\partial H_k}{\partial p_{m+i}} dx_k, \\ dp_{m+i} = -\sum_{k=1}^{m} \frac{dH_k}{dx_{m+i}} dx_k, \\ dz = \sum_{k=1}^{m} \left(\sum_{r=1}^{n-m} p_{m+r} \frac{\partial H_k}{\partial p_{m+r}} - H_k \right) dx_k \\ i = 1, 2, \ldots, \qquad n - m. \end{cases}$$

» Les équations (2) étant supposées résolubles par rapport aux x_{m+1}, $x_{m+2}, \ldots, x_{m+l}$, effectuons la transformation des variables de M. A. Mayer, indiquée dans le numéro précédent des *Comptes rendus* (N. Saltykow, *Considérations sur les Travaux de MM. S. Lie et A. Mayer*). Les équations (1) et (2) deviennent

$$(4)\quad \begin{cases} p'_k + H'_k(x_1, x_2, \ldots, x_m, p_{m+1}, \ldots, p_{m+l}, x_{m+l+1}, \ldots, x_n, z', p'_{m+1}, \ldots, p'_n) = 0 \\ \qquad k = 1, 2, \ldots, m, \end{cases}$$

$$f'_i(x_1, x_2, \ldots, x_m, p_{m+1}, \ldots, p_{m+l}, x_{m+l+1}, \ldots, x_n, z', p'_{m+1}, \ldots, p'_{m+l}) = C_i$$
$$i = 1, 2, \ldots, l.$$

Si l'intégrale complète de ce dernier système est connue, on obtient, comme je l'ai démontré [1], rien que par des différentiations, l'intégrale générale du système aux différentielles totales, correspondant aux équations (4).

$$(5)\quad \begin{cases} dp_{m+\lambda} = \sum_{k=1}^{m} \frac{\partial H'_k}{\partial p'_{m+\lambda}} dx_k, \qquad dx_{m+\sigma} = \sum_{k=1}^{m} \frac{\partial H'_k}{\partial p'_{m+\sigma}} dx_k, \\ dp'_{m+\lambda} = \sum_{k=1}^{m} \frac{dH'_k}{dp_{m+\lambda}} dx_k, \qquad dp'_{m+\sigma} = -\sum_{k=1}^{m} \frac{dH'_k}{dx_{m+\sigma}} dx_k, \\ dz' = \sum_{k=1}^{m} \left(\sum_{i=1}^{n=m} p'_{m+i} \frac{\partial H'_k}{\partial p'_{m+i}} - H'_k \right) dx_k, \\ \lambda = 1, 2, \ldots, l, \qquad \sigma = l+1, l+2, \ldots, n-m. \end{cases}$$

» Cela posé, tout revient à démontrer que, par la transformation inverse des variables p', z' par leurs valeurs en fonction des x, z, p, le système (5) devient identique à (3). Il est aisé de s'en persuader en vertu des identités

$$\frac{\partial H'_k}{\partial p'_{m+\sigma}} = \frac{\partial H_k}{\partial p_{m+\sigma}}, \qquad \frac{\partial H'_k}{\partial p'_{m+\lambda}} = -\frac{dH_k}{dx_{m+\lambda}},$$
$$\frac{\partial H'_k}{\partial x_{m+\sigma}} = \frac{\partial H_k}{\partial x_{m+\sigma}}, \qquad \frac{\partial H'_k}{\partial z'} = \frac{\partial H_k}{\partial z},$$
$$\frac{\partial H'_k}{\partial p_{m+\lambda}} = \frac{\partial H_k}{\partial p_{m+\lambda}} - \frac{\partial H_k}{\partial z} p'_{m+\lambda},$$

les indices λ, σ ayant les valeurs (5). Par conséquent, l'intégrale générale du système (4) sera transformée dans celle du système (2), et l'on obtient

(1) *Comptes rendus*, t. CXXVIII, p. 274.

l'intégrale complète des équations (1) rien que par une opération d'élimination algébrique (¹).

» Considérons l'exemple cité dans notre Note précédente

$$(6) \qquad p_1 + \frac{z^6}{p_3^2} = 0, \qquad p_2 - \frac{x_4}{2x_2} p_4 = 0.$$

Le système d'équations aux différentielles totales

$$(7) \qquad \begin{cases} dx_3 = \dfrac{2z^6}{p_3^3} dx_1, & dx_4 = \dfrac{x_4}{2x_2} dx_2, \\ dp_3 = \dfrac{6z^5}{p_3} dx_1, & dp_4 = \dfrac{6z^5 p_4}{p_3^2} dx_1 + \dfrac{p_4}{2x_2} dx_2, \\ dz = \dfrac{3z^6}{p_3^2} dx_1 \end{cases}$$

admet deux intégrales en involution

$$(8) \qquad x_4\sqrt{x_2} = C_1, \qquad \frac{p_3}{z^2} = C_2.$$

» L'intégrale complète des équations (6) et (8), transformées à la manière de M. A. Mayer, est

$$z' = -\frac{C_1 p_4}{\sqrt{x_2}} + \frac{1}{C - C_2 x_3 - \dfrac{1}{C_2^2} x_1}.$$

» Les déterminants fonctionnels

$$D\left(\frac{z', \dfrac{\partial z'}{\partial x_3}, \dfrac{\partial z'}{\partial p_4}}{c, c_1, c_2}\right), \qquad D\left(\frac{\dfrac{\partial z'}{\partial x_3}, \dfrac{\partial z'}{\partial p_4}}{c_1, c_2}\right),$$

ne s'annulant pas, nous obtiendrons par la voie indiquée l'intégrale générale du système (7)

$$z = \frac{z^0 - a_2 b_2}{1 - \dfrac{3}{b_1^2}(z^0 - a_2 b_2)^5 (x_1 - x_1^0)},$$

$$x_3 = \frac{2(z^0 - a_2 b_2)^6}{b_1^3}(x_1 - x_1^0) + a_1, \qquad x_4 = a_2\sqrt{\frac{x_2^0}{x_2}},$$

$$p_3 = b_1\left[1 + \frac{3}{b_1^2}(z^0 - a_2 b_2)^5 (x_1^0 - x_1)\right]^{-2},$$

$$p_4 = b_2\sqrt{\frac{x_2}{x_2^0}}\left[1 + \frac{3}{b_1^2}(z^0 - a_2 b_2)^5 (x_1^0 - x_1)\right]^2,$$

(¹) Voir mes Notes, *Comptes rendus*, t. CXXVIII, p. 166 et 274.

x_1^0, x_2^0 étant des valeurs données, a_1, a_2, z^0, b_1, b_2 des constantes arbitraires, représentant les valeurs initiales des variables x_3, x_4, z, p_3, p_4. En éliminant a_2, b_1 entre les trois premières de ces dernières équations, on obtient l'intégrale cherchée

$$z = \frac{z^0 - b_2\sqrt{\frac{x_2}{x_2^0}}\,x_4}{1 - 3\left(z^0 - b_2\sqrt{\frac{x_2}{x_2^0}}\,x_4\right)\sqrt[3]{\frac{1}{4}(x_1 - x_1^0)(x_3 - a_1)^2}},$$

a_1, z^0, b_2 étant des constantes arbitraires.

» De même pour l'équation

$$p_1 + \frac{(z + x_2 p_2)x_2}{x_1 p_3} + \frac{z - x_2 x_3}{x_1} = 0,$$

en partant de formules de ma Note précédente, nous avons l'intégrale complète

$$z = \frac{a_1}{x_1}\left[\frac{x_1^0 z^0}{x_2} + \frac{(x_2 x_3 - a_1 a_2)(x_1 - x_1^0)}{x_2 - a_1}\right],$$

a_1, z^0, a_2 étant trois constantes arbitraires. »

PHYSIQUE. — *Étincelle globulaire ambulante.* Note de M. **Stéphane Leduc**, présentée par M. d'Arsonval.

« Lorsque deux pointes métalliques très fines et bien polies, en rapport chacune avec l'un des pôles d'une machine électrostatique, reposent perpendiculairement sur la face sensible d'une plaque photographique au gélatinobromure d'argent placée sur une feuille métallique, les deux pointes étant à 5^{cm} ou 10^{cm} l'une de l'autre, il se produit un effluve autour de la pointe positive, tandis qu'à la pointe négative il se forme un globule lumineux; lorsque ce globule a atteint une grosseur suffisante, on le voit se détacher de la pointe, « qui cesse complètement d'être lumineuse », se mettre en route, se déplacer lentement sur la plaque, faire des détours, s'arrêter, puis repartir vers la pointe positive; lorsqu'il arrive à celle-ci, l'effluve s'éteint, tout phénomène lumineux cesse, et la machine se désamorce commme si ses deux pôles étaient unis par un conducteur.

» La vitesse avec laquelle le globule lumineux se déplace est très faible; il met de une à quatre minutes pour parcourir la distance de 5^{cm} à 10^{cm}. Parfois, avant d'atteindre la pointe positive, le globule éclate en deux ou

plusieurs globules lumineux, qui continuent individuellement leur route vers la pointe positive.

» En développant la plaque, on y trouve tracée la route suivie par le globule, le lieu d'éclatement, les routes des globules résultant de la division, l'effluve autour de la pointe positive; enfin, si l'on arrête l'expérience avant l'arrivée du globule à la pointe positive, la photographie ne donne la route que jusqu'au point d'arrêt.

» Le globule semble rendre son trajet conducteur. Si, pendant le voyage du globule, on projette une poudre sur la plaque, du soufre par exemple, le trajet suivi par le globule est marqué par une ligne de petites aigrettes, présentant l'aspect d'un chapelet lumineux.

» L'expérience réussit sur une plaque voilée par la lumière, laquelle ne communique pas à la couche sensible la conductibilité que le globule lumineux produit sur son trajet.

» Les étincelles globulaires décrites par G. Planté ([1]) et A. Righi ([2]) sont, par leur mode de production et par leurs caractères, très différentes de celles qui sont étudiées dans cette Note.

» De tous les phénomènes électriques connus, celui-ci semble présenter le plus d'analogie avec la foudre globulaire. »

PHYSIOLOGIE. — *Oscillations nerveuses, leur fréquence.* Note de M. **Aug. Charpentier**, présentée par M. d'Arsonval.

« La méthode que j'ai employée pour mesurer la vitesse de propagation des oscillations provoquées dans le nerf, par l'excitation unipolaire, m'a permis de faire un pas de plus dans l'analyse de ce phénomène.

» Les faits que j'ai décrits jusqu'ici pourraient être interprétés physiologiquement en les rattachant à la grande loi de l'inexcitabilité périodique, posée par Marey depuis ses belles recherches sur le cœur, et qui tend aujourd'hui à se généraliser aux divers appareils musculo-nerveux. En effet, nous avons vu une excitation simple et bien limitée, comme le courant unipolaire bref, amener dans le nerf un état tel que, si l'on fait agir sur lui une seconde excitation semblable un certain temps déterminé après la première, cette seconde excitation reste inefficace.

([1]) *Comptes rendus*, 19 août 1878.
([2]) *Éclairage électrique*, 1896.

» Mais nous avons constaté en outre un fait nouveau, c'est que cet état particulier du nerf se transmet au delà du point excité, avec une certaine vitesse que nous avons mesurée et qui est précisément celle de l'influx nerveux lui-même.

» Reste un dernier phénomène à ajouter aux précédents, c'est que cet état du nerf se renouvelle périodiquement; en d'autres termes, que l'excitation crée dans le nerf un *état oscillatoire*.

» En effet, conservons le dispositif expérimental décrit dans ma dernière Note (26 juin 1899) et à l'aide duquel on peut envoyer, à deux points différents du nerf, deux excitations brèves, se suivant de très près à des intervalles variables; seulement nous ne changerons rien à la position des électrodes sur le nerf, et nous nous contenterons d'augmenter graduellement le temps compris entre les deux excitations; nous verrons alors que l'interférence se produit, non seulement pour un intervalle de temps déterminé, mais encore pour un second intervalle plus grand, et souvent ainsi pour plusieurs intervalles successifs, séparés les uns des autres par des périodes de reprise de la contraction. Il est évident que *la différence de ces intervalles successifs donne directement la valeur de la durée d'une oscillation nerveuse complète*.

» Bien que cette mesure soit délicate, j'ai pu la faire pour les deux premiers intervalles. J'ai trouvé entre eux des différences comprises entre $\frac{1}{670}$ et $\frac{1}{800}$ de seconde. Leur moyenne est $\frac{1}{747,5}$, ou $0'',00134$.

» Admettons cette valeur encore provisoire, et rapprochons-la de celle qui a été trouvée précédemment pour la vitesse de propagation : le produit de cette vitesse par la durée d'une oscillation nous donnera la longueur d'onde dans le nerf. On a

$$26^{m},43 \times \frac{1}{747,5} = 0^{m},035.$$

La demi-longueur d'onde est, d'après cela, de $17^{mm},5$ environ.

» Or, nous avons vu, dans nos premières expériences sur les excitations faradiques unipolaires (voir Note du 12 juin), que la demi-longueur d'onde appréciée directement sur le nerf par une tout autre méthode était voisine de 2^{cm} (et j'aurais dû dire un peu inférieure). Il s'agit donc bien, dans un cas comme dans l'autre, du même phénomène : l'excitation instantanée et limitée d'un nerf détermine, dans ce nerf, des oscillations d'une fréquence voisine de 750 par seconde.

» Ces oscillations sont bien, tout nous l'indique, de nature nerveuse. Sont-elles en même temps de nature électrique? Cela est rendu bien probable par la comparaison des résultats précédents avec les mesures faites par Bernstein sur la variation négative des nerfs : d'après ce physiologiste, la variation négative du courant d'action qui se produit à la suite de toute excitation nerveuse (Du Bois-Reymond) durerait de $\frac{5}{10\,000}$ à $\frac{8}{10\,000}$ de seconde et se propagerait avec une vitesse de 27^{m} à 28^{m}.

» Or, cette durée correspond bien à celle d'une *demi-oscillation* nerveuse

(période négative de notre oscillation); la moyenne serait, en effet, $\frac{6,5}{10\,000}$ pour le phénomène de Bernstein et $\frac{6,7}{10\,000}$ de seconde pour le nôtre. La vitesse de propagation est aussi sensiblement la même dans les deux cas.

» Si cette identité se confirme, ce sera le premier pas décisif vers la démonstration expérimentale de cette idée que l'influx nerveux est réellement de nature électrique, idée déjà rendue hautement probable par l'ensemble des travaux de M. d'Arsonval.

» Indépendamment de sa portée théorique, notre méthode constituerait aussi un nouveau moyen d'étude de la variation négative, ou plutôt des courants d'action des nerfs. Elle aurait l'avantage de ne pas exiger de lésion du nerf pour déceler les manifestations électriques de son activité.

» Quoi qu'il en soit, il n'est pas sans importance de constater objectivement dans le nerf moteur le phénomène que j'ai déjà découvert dans la rétine, et qui a été retrouvé par MM. André Broca et Richet dans l'écorce motrice du cerveau : la production d'oscillations dans un appareil nerveux à la suite de son excitation. Le rythme seul diffère suivant l'appareil envisagé. »

PHYSIQUE. — *Sur la nature et la cause du phénomène des cohéreurs* (1). Note de M. **Thomas Tommasina**, présentée par M. A. Cornu.

« Des expériences conduites systématiquement dans le but d'élucider le phénomène des variations de conductibilité des limailles métalliques et en général des poudres des corps conducteurs quelconques, sous l'action des courants induits par les ondes électriques, me permettent d'établir les conclusions suivantes :

» 1. L'augmentation de la conductibilité électrique des limailles est la conséquence de la formation de chaînes rendues conductrices, par des adhérences entre grain et grain.

» 2. La formation des chaînes dépend de l'orientation de ces corpuscules conducteurs suivant les lignes de force du champ électrique constitué par la différence de potentiel entre les deux électrodes.

» 3. Les adhérences conductrices sont la conséquence de l'échauffement des très petits contacts produit par l'éclatement d'une série d'étincelles.

---

(1) Genève, laboratoire de l'Université.

» On pourrait, à la rigueur, déduire ces conclusions de mes précédentes Notes; mais je pense pouvoir leur donner une base solide par les faits nouveaux que je vais signaler.

» *Formation instantanée de chaînes verticales sans aucun contact préalable entre les électrodes et la limaille.* — Ces chaînettes, que j'appellerai d'*auto-formation*, se produisent moins facilement dans l'air que dans les liquides diélectriques. Dans l'air, il faut empêcher les fortes décharges disruptives, car dans ces recherches j'opérais avec le courant induit d'une bobine de Ruhmkorff de grande dimension, pouvant donner des étincelles de 35^{cm} de long. Il suffit pour cela d'intercaler une large planchette de bois horizontale d'une épaisseur suffisante entre les électrodes, et placer la limaille sur la planchette, les électrodes étant maintenues à une certaine distance. En faisant les interruptions à la main, on voit à chaque décharge la chaîne se former immédiatement et rejoindre l'électrode qui se trouve du même côté.

» Dans l'eau distillée, j'ai pu voir se produire des chaînettes d'*auto-formation* de plus de $0^m,20$ de long, en laissant agir l'interrupteur de la bobine. Dans ce cas, la formation n'est pas instantanée, mais la chaîne emploie moins d'une seconde pour arriver à adhérer à l'électrode supérieure. Si l'on diminue le courant en laissant les électrodes à la même distance, on voit se former et monter verticalement une quantité de chaînettes qui semblent concourir, en s'efforçant par des élans rapides, à rejoindre le but. En augmentant graduellement l'intensité du courant, l'une des chaînes peut atteindre l'électrode et y adhérer. L'effet immédiat est de faire tomber en fragments toutes les autres chaînettes et de faire cesser tout mouvement dans la limaille. La chaîne conductrice reste formée et ne se détruit pas, même par des secousses très violentes; mais si l'on interrompt le courant, le plus léger choc suffit.

» Ayant mis un peu de limaille au fond d'un tube de verre, en forme de V, rempli d'eau distillée, et ayant disposé les électrodes à une distance de $0^m,15$, dans les deux branches du tube, j'ai pu observer le même phénomène, mais en double, c'est-à-dire qu'il se produisit, en partant de la limaille, dans chaque branche. Les électrodes étant sorties de l'eau et des étincelles éclatant sur le liquide, les chaînettes se forment comme auparavant et chacune se prolonge jusqu'à peu de distance des points frappés par les décharges.

» Dans l'obscurité, on voit des séries de petites étincelles alignées qui forment de vraies chaînes lumineuses, dont la longueur dépend de l'intensité du courant. Au sommet de toutes ces chaînettes en formation, on voit une sorte d'effluve qui produit un vif mouvement dans la limaille; mais lorsque la chaîne conductrice réunissant les électrodes est bien établie, tout mouvement et toute étincelle cessent.

» *Fantômes ou spectres des lignes de force électriques par les chaînes de limaille dans l'eau distillée.* — La production de chaînes entre deux décharges disruptives m'ayant fait entrevoir la possibilité de rendre visibles les lignes de force d'un champ électrique au moyen des limailles, j'y suis parvenu de la façon suivante. Dans un récipient très large et à fond plat, j'ai étalé de la limaille d'argent, recouverte d'une couche d'eau distillée de 3^{mm} à 4^{mm} d'épaisseur seulement. Deux fils d'aluminium, renfermés dans deux tubes de verre, étaient placés obliquement et s'écartaient à leur partie supérieure, pour empêcher les décharges; les autres extrémités, sortant à peine de quelques

millimètres des tubes, étaient recourbées de façon à être verticales dans l'eau et touchaient le fond du vase. Sous l'action d'un courant moins intense que dans les expériences précédentes, j'ai vu tout de suite rayonner des deux pointes d'aluminium, constituant les électrodes, une quantité de chaînettes qui s'alignaient selon des courbes parfaitement identiques à celles des limailles de fer des fantômes magnétiques. Mais dès que la chaîne conductrice entre les électrodes était formée, il semblait en résulter l'arrêt de la formation des autres; pour obtenir le spectre complet, j'ai dû rompre continuellement avec une baguette en verre la chaîne conductrice, car elle se reformait chaque fois immédiatement. En aspirant l'eau avec une pipette et en faisant évaporer le reste, j'ai pu conserver le spectre électrique ainsi obtenu.

» Si, pendant cette expérience, on fait l'obscurité, et si, après avoir augmenté le courant, on donne au récipient un mouvement oscillatoire, on observe un certain nombre de lignes de force qui se dessinent par des chaînes lumineuses.

» Ces expériences font voir sous une forme agrandie ce qui doit se passer dans le champ très limité du cohéreur. »

MAGNÉTISME. — *Sur la position des points de transformation magnétique des aciers au nickel.* Note de M. L. **Dumas**, présentée par M. A. Cornu.

« Les travaux de MM. J. Hopkinson, H. Le Chatelier, Ch.-Ed. Guillaume, Osmond, ont déterminé la position des points de transformation magnétique des alliages de fer et de nickel. Lorsque la teneur en nickel est voisine de 25 pour 100, le point de l'échelle des températures où commence à apparaître le magnétisme, pendant le refroidissement, est peu éloigné de 0° : il se relève rapidement, soit que la teneur en nickel diminue (alliages dénommés par M. Guillaume *irréversibles*), soit qu'elle augmente (alliages réversibles).

» Nous avons été amenés à constater que les aciers au nickel ayant la composition suivante : $C = 0,6$ à $0,8$, $Mn = 0,5$, $Ni = 20$ à 25, $Cr = 2$ à 3 pour 100, ne sont pas magnétiques à la température ordinaire, et ne se transforment pas sous l'influence du refroidissement, même après l'immersion dans l'air liquide (¹).

» Cette constatation a été le point de départ de nos recherches (²).

(¹) Grâce à l'obligeant intermédiaire de M. Guillaume, M. le professeur J. Dewar a bien voulu faire cette expérience en mai et juin 1897 sur trois échantillons : l'un d'eux a subi la transformation magnétique.

(²) La Société de Commentry-Fourchambault nous a chargé de la direction de ces recherches, qui ont été faites à l'usine d'Imphy par les soins de MM. Adenot, directeur; Girin, ingénieur principal; Dauphin, Gineste et Coupeaud, ingénieurs.

Nous avons préparé des échantillons dont nous donnons ci-après les analyses, suivies de l'état magnétique à la température ordinaire + 15°, dans la neige carbonique — 78°, et pour quelques-uns dans l'air liquide — 188° (1). Pour plus de clarté, nous groupons les teneurs en nickel voisines. Dans chaque groupe, nous classons les échantillons par ordre de teneur en carbone :

	Composition chimique pour 100.				Magnétisme		
	Carbone.	Silicium.	Manganèse.	Nickel.	à + 15°.	à — 78°.	à — 188°.
I.	1,37	0,41	2,71	10,00	très faible	très faible	permanent
II.	0,07	0,25	1,45	15,48	très fort	très fort	
	0,19	0,12	0,73	14,55	très fort	très fort	
	0,73	0,38	0,41	15,92	très faible	permanent	
	1,03	0,37	1,22	14,44	nul	permanent	
	1,13	0,38	1,89	15,88	nul	nul	permanent
	1,36	0,55	2,07	14,80	nul	nul	
III.	0,15	0,15	0,31	24,06	très faible	très fort	
	0,34	0,22	0,51	24,04	très faible	très fort	
	0,41	0,23	0,11	24,05	nul	permanent	
	0,64	0,27	0,88	24,61	nul	nul	non permanent
	0,85	0,47	1,41	23,35	nul	nul	
IV.	0,39	0,23	0,43	25,38	nul	permanent	
	0,62	0,41	0,80	25,45	nul	non permanent	
V.	0,23	0,17	0,18	27,12	nul	permanent	
	0,25	0,14	0,36	27,72	très faible	non permanent	permanent

» L'examen du Tableau (2) nous amène aux conclusions qui suivent :

» 1° La position du point de transformation magnétique ne dépend pas exclusivement de la teneur en nickel; dans chaque groupe, les points de transformation sont répartis sur l'échelle des températures entre des limites éloignées de plusieurs centaines de degrés.

» 2° Dans chaque groupe, le point de transformation peut être abaissé par des additions de carbone et de manganèse, ce qui permet d'obtenir

(1) C'est à la grande obligeance de M. d'Arsonval que nous devons d'avoir pu donner à nos expériences l'extension très intéressante dont les résultats sont consignés dans la dernière colonne du Tableau. Nous lui en exprimons notre vive gratitude.

(2) M. Osmond, poursuivant ses remarquables travaux sur les modifications allotropiques du fer, a eu recours au refroidissement dans l'air liquide. Il a signalé récemment (*Comptes rendus*, t. CXXVIII, p. 1395, 5 juin 1899) deux aciers à 29,07 et 3,77 pour 100 de nickel qui deviennent magnétiques dans l'air liquide. Il a, de plus, démontré que, dans l'austénite, le carbone seul, sans aucun auxiliaire, abaisse le point de transformation du fer bien loin au-dessous de 0°. Ces résultats sont confirmés et généralisés par nos propres constatations.

des aciers non magnétiques à basse température, même avec des teneurs en nickel très faibles.

» 3° Certains aciers de teneur en nickel supérieure à 24 pour 100 ont acquis, par le refroidissement, un magnétisme non permanent, c'est-à-dire qui ne subsiste pas à la température ordinaire (réversibles de M. Guillaume); d'autres, faisant partie des mêmes groupes, ont acquis par le refroidissement le magnétisme permanent (irréversibles). L'un des échantillons possède même cette propriété remarquable d'être successivement non magnétique à + 15°, magnétique non permanent à — 78°, magnétique permanent à — 188°.

» 4° L'influence du carbone est nettement prépondérante; quelques millièmes de cet élément suffisent pour amener le point de transformation dans le voisinage de — 188°, tandis que celui des alliages de fer et de nickel, qui sont d'ailleurs toujours un peu carburés, ne descend jamais au-dessous de 0°. Les proportions de manganèse sont assez faibles pour que l'influence de cet élément puisse être considérée comme négligeable, relativement à celles du carbone et du nickel. Le manganèse a été introduit pour favoriser la dissolution du carbone et éviter sa précipitation à l'état de graphite.

» Le chrome est un dissolvant du carbone plus énergique encore que le manganèse, il a une action très favorable sur la ductilité à chaud et à froid, c'est ainsi que nous avons été amenés à préparer un certain nombre d'échantillons d'acier au nickel contenant des proportions variées de chrome :

	Composition chimique pour 100.					Magnétisme		
	Carbone.	Silicium.	Chrome.	Manganèse.	Nickel.	à + 15°.	à — 78°.	à — 188°.
VI.	0,36	0,47	14,4	0,60	0,9	très fort	très fort	très fort
VII.	0,52	0,24	2,83	0,59	4,95	très fort	très fort	
	1,14	»	3,12	0,93	5,05	très faible	très faible	
	2,13	0,54	3,92	5,05	4,96	nul	nul	
VIII.	1,77	0,40	3,19	2,78	7,28	nul	nul	nul
IX.	0,31	0,42	2,92	0,46	10,20	très fort	très fort	
	0,73	0,58	2,70	0,61	12,04	nul	permanent	
	1,10	0,34	3,55	0,91	13,34	nul	nul	nul
X.	0,07	0,23	2,74	0,96	17,24	très fort	très fort	
	0,19	0,31	0,98	0,26	17,50	très fort	très fort	
	0,29	0,30	9,05	0,13	15,50	nul	nul	nul
	0,33	0,21	2,83	0,60	15,08	nul	permanent	
	0,40	0,47	1,75	0,63	16,06	nul	permanent	
	0,50	0,24	1,77	0,53	16,68	nul	permanent	
	0,53	0,35	3,02	0,82	16,05	nul	nul	nul
	0,71	0,58	2,02	1,17	16,16	nul	nul	

	Composition chimique pour 100.					Magnétisme		
	Carbone.	Silicium.	Chrome.	Manganèse.	Nickel.	à + 15°.	à — 78°.	à — 188°.
XI.	0,10	0,21	0,43	0,32	21,84	très fort	très fort	
	0,27	0,23	0,56	0,45	22,08	très fort	très permanent	
	0,28	0,29	0,59	0,36	23,06	nul	permanent	
	0,30	0,23	0,53	0,27	23,73	nul	permanent	
	0,31	0,25	5,29	0,23	24,20	nul	nul	non permanent
	0,45	0,35	0,28	0,66	24,26	nul	nul	permanent
XII.	0,63	0,94	2,53	0,41	27,16	très faible	non permanent	non permanent
XIII.	0,11	0,23	9,87	0,70 fer (1)	1,65	nul	nul	non permanent
	0,46	0,52	9,40	1,72 fer	1,75	nul	nul	non permanent
	0,96	0,49	9,62	1,45 fer	1,45	nul	nul	non permanent

» L'action du carbone reste prépondérante dans la plupart des échantillons composant ce Tableau, mais elle paraît nulle lorsque le nickel remplace à peu près complètement le fer. Par contre, le chrome n'abaisse pas le point de transformation des aciers à très faible teneur en nickel, mais il abaisse considérablement celui des aciers au nickel à forte teneur, et notamment celui des aciers au nickel sans fer ou pouvant être considérés comme tels.

» Le magnétisme acquis par le refroidissement est encore, comme celui des aciers non chromés, soit permanent, soit non permanent. Quatre échantillons, dont les teneurs en nickel diffèrent notablement, mais qui sont très fortement chromés, sont restés non magnétiques, même dans l'air liquide. L'abaissement le plus considérable du point de transformation a été obtenu par l'action combinée du carbone et du chrome. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le dosage volumétrique du zinc* (2). Note de M. **Pouget**, présentée par M. Troost.

« Plusieurs méthodes ont été proposées pour le dosage volumétrique du zinc (3) :

» 1° *Schaffner* précipite le zinc en solution ammoniacale avec une liqueur titrée de sulfure de sodium; la fin de la réaction est indiquée, soit par la coloration noire que prend le sesquioxyde de fer précipité mis en suspension dans la liqueur, soit par

(1) La teneur en nickel s'obtient par différence.

(2) Laboratoire de Chimie de la Faculté des Sciences de Rennes.

(3) J. Post, *Traité d'Analyse chimique*, p. 331.

des essais à la touche sur des papiers imprégnés de solutions métalliques donnant avec le sulfure de sodium un précipité noir;

» 2° *Fahlberg* précipite le zinc en solution acide avec une liqueur titrée de ferrocyanure de potassium. La réaction est terminée lorsqu'une goutte du liquide soumis à l'essai donne avec une goutte d'azotate d'urane une coloration rouge brun;

» 3° *Schwarz* précipite le zinc en solution ammoniacale par le sulfure de sodium; le sulfure de zinc précipité est lavé et mis en digestion avec une solution de chlorure ferrique qui le décompose d'après l'équation

$$ZnS + Fe^2Cl^6 = ZnCl^2 + S + 2FeCl^2,$$

la quantité de sel ferreux formé est déterminée avec une solution titrée de permanganate.

» Dans la première méthode, qui est la plus répandue, la liqueur titrée de sulfure de sodium est tellement altérable qu'il est nécessaire d'en prendre le titre chaque jour, ou avant chaque série d'essais. De plus, si on se sert de sesquioxyde de fer comme indicateur, la fin de la réaction est difficile à saisir; dans le cas contraire, cette méthode présente les mêmes inconvénients que la seconde.

» Dans celle-ci, la liqueur titrée est très stable, mais la fin de la réaction est indiquée par des essais à la touche qui rendent l'analyse très longue, lorsqu'on n'a aucune donnée sur la proportion de zinc contenue dans la liqueur à analyser.

» L'inconvénient le plus grave de la troisième méthode réside dans le lavage du sulfure de zinc : c'est une opération longue et difficile.

» De plus, la décomposition du sulfure de zinc par le perchlorure de fer ne se fait bien qu'en liqueur chlorhydrique, ce qui peut entraîner des pertes; et le dosage du fer en solution chlorhydrique par le permanganate est toujours délicat.

» La méthode que j'ai utilisée pour le dosage du zinc est celle que MM. Rollet et Campredon emploient pour le dosage du soufre (¹).

» La dissolution de zinc est précipitée par l'hydrogène sulfuré; le sulfure de zinc est mis en contact avec un volume connu et en excès d'une liqueur titrée d'iode qui le décompose d'après l'équation

$$ZnS + 2I = ZnI^2 + S;$$

la réaction est complète au bout de quelques minutes; on mesure l'excès d'iode avec une liqueur titrée d'hyposulfite de soude, en se servant d'empois d'amidon comme indicateur. La fin de la réaction se fait donc avec la plus grande netteté.

» Mais la méthode ne peut être pratique que *si l'on évite la filtration et le lavage du sulfure de zinc;* j'arrive à ce résultat par le mode opératoire suivant, c'est celui qui m'a donné les meilleurs résultats :

(¹) Campredon, *Guide pratique du chimiste métallurgiste*, p. 557.

» A la solution acide de zinc j'ajoute d'abord de l'acétate de sodium (20^{cc} de solution à 10 pour 100, pour $0^{gr},1$ de zinc), puis de l'ammoniaque goutte à goutte jusqu'à ce qu'il se forme un précipité persistant, et enfin un excès d'une solution saturée d'hydrogène sulfuré (100^{cc} pour $0^{gr},1$ de zinc).

» La liqueur ainsi préparée est portée à l'ébullition *jusqu'à ce que toute trace d'hydrogène sulfuré ait complètement disparu :* ce résultat est généralement atteint après trois quarts d'heure d'ébullition; il n'y a d'ailleurs aucun inconvénient à la prolonger plus longtemps.

» Après refroidissement, j'ajoute au liquide un volume exactement mesuré avec une pipette d'une solution titrée d'iode, le sulfure de zinc se décompose très rapidement pourvu que la quantité d'iode soit suffisante; au bout de quelque temps, le soufre nage dans la liqueur brune mais parfaitement limpide. Il n'y a plus qu'à mesurer l'excès d'iode : je verse avec la burette la solution titrée d'hyposulfite jusqu'à ce que la liqueur ait une teinte jaune très faible; à ce moment, je sensibilise par quelques gouttes d'amidon et je continue à verser l'hyposulfite jusqu'à disparition de la teinte bleue.

» Dans mes essais, je me suis servi de solutions normales d'iode et d'hyposulfite. Dans la plus mauvaise des déterminations l'erreur est encore inférieure à $\frac{1}{100}$.

» Dans cette méthode, la filtration et le lavage du sulfure de zinc sont remplacés par une opération ne nécessitant aucune surveillance; les liqueurs titrées sont de bonne conservation, leur titre est d'ailleurs facile à vérifier; la réaction finale est très nette et s'opère dans la liqueur essayée. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la préparation et les propriétés des arséniures de strontium, de baryum et de lithium* (¹). Note de M. **P. Lebeau**, présentée par M. Henri Moissan.

« Nous avons fait connaître, dans une précédente Communication (²), un moyen de préparer l'arséniure de calcium As^2Ca^3 par la réduction de l'arséniate de calcium par le charbon à la température du four électrique. L'application de ce procédé nous a permis d'obtenir également les arséniures de strontium, de baryum et de lithium.

» *Arséniure de strontium* As^2Sr^3. — L'arséniure de strontium n'avait pas encore été préparé jusqu'ici.

» On fait un mélange intime d'arséniate de strontium et de charbon, que l'on agglomère en petits cylindres, ainsi que nous l'avons indiqué pour l'arséniure de calcium. Les proportions employées sont les suivantes :

Arséniate de strontium	100 parties
Coke de pétrole pulvérisé	18 »

(¹) Ce Travail a été fait au laboratoire de M. Moissan, à l'École de Pharmacie.

(²) P. Lebeau, *Comptes rendus*, t. CXXVIII, p. 95.

» La durée de la chauffe est de trois minutes pour un courant de 950 ampères sous 45 volts. Le mélange est placé soit dans un creuset, soit dans un tube de charbon fermé à l'une de ses extrémités. On obtient une matière fondue, à cassure cristalline, d'un rouge brun plus ou moins foncé. Le produit est introduit aussitôt que possible dans des flacons bien bouchés ou mieux dans des tubes scellés.

» L'analyse nous a montré que cette matière est formée d'arséniure de strontium fondu As^2Sr^3 mélangé d'un peu de carbure et de graphite. Les chiffres ci-dessous expriment le rapport du strontium à l'arsenic, déduction faite de la petite quantité de carbure de calcium qui s'est formée en même temps et qu'il est presque impossible d'éviter :

	I.	II.	III.	Théorie pour As^2Sr^3.
Sr pour 100.......	62,83	63,13	62,97	63,63
As »	37,17	36,88	37,03	36,36

» L'aspect de l'arséniure de strontium n'est pas sensiblement différent de celui de l'arséniure de calcium. Comme ce dernier il est transparent sous le microscope et présente une coloration rouge brun. La densité à $15^\circ = 3,6$.

» Le fluor réagit à froid avec incandescence et produit des fumées blanches de fluorure d'arsenic. Le chlore l'attaque avec production d'une incandescence vive à 160°. Dans le brome, la réaction s'effectue au-dessus de 200°. Il brûle également dans la vapeur d'iode surchauffée.

» L'oxygène et la vapeur de soufre donnent lieu à une combustion vive au-dessus du rouge sombre.

» Le carbone le décompose à la température du four électrique et le transforme intégralement en carbure de strontium. Cette réaction montre combien la durée de la chauffe peut influer sur la pureté de l'arséniure.

» L'eau réagit sur ce composé comme sur l'arséniure de calcium; il se produit de l'hydrate de strontium et de l'hydrogène arsénié.

» L'arséniure de strontium réduit la plupart des oxydes métalliques et est violemment détruit par les oxydants. Ces réactions sont en tous points comparables à celles de l'arséniure de calcium.

» *Arséniure de baryum :* As^2Ba^3. — La préparation de l'arséniure de baryum a été tentée seulement par Soubeiran (¹), qui a fait réagir les vapeurs d'arsenic et l'hydrogène arsénié sur la baryte : « Dans ces expériences, dit-il, la baryte devient noire et » il se fait de l'arséniate et de l'arséniure de baryum. La décomposition est toujours » très imparfaite et des parcelles d'oxyde obéissent seules à l'action décomposante de » l'arsenic. » Nous n'avons eu connaissance d'aucun travail publié depuis cette époque, sur les arséniures alcalino-terreux.

» Nous avons utilisé, pour la préparation de l'arséniure de baryum, le mélange suivant :

Arséniate de baryum......................	70	parties.
Coke de pétrole..........................	10	»

(¹) Soubeiran, *Mémoires sur les arséniures d'hydrogène* (*Annales de Chimie et de Physique,* 2e série, t. XLIII, p. 412).

» La durée de la chauffe au four électrique est environ de trois minutes pour un courant de 950 ampères sous 45 volts. On observe les mêmes précautions que dans le cas des arséniures de calcium et de strontium. Le produit fondu que l'on obtient est de l'arséniure de baryum sensiblement pur répondant à la formule As^2Ba^3. Il nous a été possible d'obtenir un échantillon à peu près pur, ne renfermant que des traces de carbure, qui nous a permis d'établir directement la formule de ce composé :

	I.	II.	Théorie pour As^2Ba^3.
Ba pour 100	72,65	72,80	73,27
As »	24,98	25,32	26,73

» L'arséniure de baryum présente une coloration un peu plus foncée que les deux autres arséniures alcalino-terreux. Au microscope, sa coloration est sensiblement la même. Il paraît plus fusible et donne une masse plus compacte.

» Sa densité à 15° = 4,1. Les propriétés chimiques de ce composé sont tout à fait comparables à celles des arséniures de calcium et de strontium, quoique nettement plus énergiques. Il brûle à froid dans le fluor, le chlore et même le brome. Un fragment d'arséniure de baryum, projeté dans le brome, s'enflamme, tournoie à la surface du liquide en donnant une incandescence très vive.

» Dans l'oxygène, il brûle vers 300° et dans la vapeur de soufre au-dessous du rouge sombre. L'eau le décompose rapidement à froid en donnant de la baryte hydratée et de l'hydrogène arsénié. D'une façon générale, cet arséniure présente une activité chimique plus grande que les arséniures de calcium et de strontium.

» *Arséniure de lithium :* $AsLi^3$. — Nous avons songé à utiliser ce mode de préparation des arséniures à l'obtention des arséniures alcalins.

» Les arséniures de potassium et de sodium semblent bien se former lorsque l'on chauffe le mélange de l'arséniate ou de l'arsénite alcalin avec le charbon, au four électrique; mais l'instabilité des composés obtenus et aussi l'action désagrégeante exercée par les composés du sodium ou du potassium sur les récipients de charbon, que l'on est obligé d'employer, nous ont fait abandonner ce moyen de les préparer. Il nous a été possible cependant d'obtenir l'arséniure de lithium.

» L'arséniate de lithium, bien sec, a été mélangé de charbon de sucre finement pulvérisé dans les proportions suivantes :

Arséniate de lithium sec....................	160 parties
Charbon de sucre..........................	40 »

» Ce mélange a été aggloméré en petits cylindres et disposé dans des creusets de charbon munis de couvercles. Lorsque la chauffe était d'une durée supérieure à trois minutes, il y avait presque toujours volatilisation complète de la matière. En diminuant progressivement le temps de chauffe, nons avons pu réaliser la réduction totale de l'arséniate, sans volatilisation notable. La durée de la chauffe était de deux minutes à deux minutes et demie pour un courant de 950 ampères sous 45 volts.

» On obtient un produit fondu à cassure cristalline, d'un brun foncé, qui est un arséniure de lithium ne contenant comme impureté que du carbure de lithium et du charbon. Un échantillon ne renfermant qu'une très faible quantité de carbure nous a

fourni les résultats analytiques suivants, qui nous ont permis de donner pour ce composé la formule de $AsLi^3$:

	I.	II.	III.	Théorie pour $AsLi^3$.
As	77,81	77,42	78,07	78,13
Li............	20,93	20,82	20,98	21,87
Insoluble.....	2,01	2,56	2,12	

» L'arséniure de lithium est un corps transparent lorsqu'on l'examine au microscope sous une faible épaisseur. Il présente alors une coloration brun rouge.

» Le fluor, le chlore et le brome le détruisent à froid avec incandescence. Il suffit de le broyer avec de l'iode dans un mortier pour qu'il y ait aussi à froid une réaction très vive.

» Sa combustion dans l'oxygène a lieu au-dessous du rouge avec une vive lumière violacée. L'arséniure de lithium décompose l'eau très rapidement et donne de l'hydrogène arsénié en même temps qu'une petite quantité d'un produit floconneux brun. Le gaz renferme presque toujours un peu d'acétylène et d'hydrogène libre.

» Les oxydants réagissent très énergiquement sur ce composé, et il suffit de le projeter dans l'acide nitrique fumant pour le voir brûler avec éclat, la réaction peut même être dangereuse et donner lieu à des projections. La plupart des oxydes métalliques sont facilement réduits à basse température.

» *Conclusions*. — En résumé, nous avons préparé, par la réduction des arséniates alcalino-terreux par le charbon, à la température du four électrique, les arséniures de calcium, de strontium et de baryum.

» Ces composés se rattachent bien, par leurs formules et leurs propriétés, aux azotures et aux phosphures de cette série, obtenus à l'état de pureté par M. Henri Moissan.

» L'action de l'eau, par exemple, mérite d'être rapprochée :

$$Az^2Ca^3 + 6H^2O = 3Ca(OH)^2 + 2AzH^3,$$
$$Ph^2Ca^3 + 6H^2O = 3Ca(OH)^2 + 2PhH^3,$$
$$As^2Ca^3 + 6H^2O = 3Ca(OH)^2 + 2AsH^3.$$

» Enfin, seul parmi les arséniures alcalins, l'arséniure de lithium présente assez de stabilité pour être préparé au four électrique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Étude de l'oxymethylène-cyanacétate de méthyle et de quelques-uns de ses homologues* (1). Note de M. **E. Grégoire de Bollemont**.

« M. L. Claisen (2) considère les dérivés oxyméthyléniques du type de

(1) Travail fait à l'Institut de Nancy, au laboratoire de M. Haller.

(2) *Lieb. Ann.*, t. CCXCVII; 1897.

l'éther oxyméthylène-acétylacétique $C \begin{smallmatrix} \diagup COR \\ = CH\,OH \\ \diagdown COO\,C^2H^5 \end{smallmatrix}$, comme de l'acide formique dans lequel l'oxygène est remplacé par un carbone uni à deux groupements négatifs

$$O = CH\,OH, \qquad {X \atop X} \rangle C = CH\,OH.$$

» Ces composés se comportent en effet, sous bien des rapports, comme l'acide formique; ce sont de forts acides monobasiques, plus forts que l'acide acétique. L'action négative plus ou moins grande des radicaux X a la plus grande influence sur l'acidité de ces molécules. En substituant au radical $CO^2 - R$ le radical plus négatif C Az, nous devions nous attendre à obtenir des composés présentant un caractère acide plus prononcé que celui des dérivés oxyméthyléniques de M. Claisen. L'expérience est venue à l'appui de cette manière de voir et a confirmé la théorie de M. Claisen.

» *Préparation.* — Les dérivés oxyméthylène-cyanacétiques s'obtiennent facilement par saponification des éthers éthoxy- et méthoxyméthylène-cyanacétiques décrits dans ma précédente Note [1].

» *Propriétés générales.* — Ces composés sont tous légèrement solubles dans l'eau, solubles dans l'alcool et l'éther. Les premiers termes cristallisent facilement. Ils distillent dans le vide avec décomposition, et cette décomposition est plus profonde à mesure que l'on s'élève dans la série. Leurs solutions aqueuses, traitées par le perchlorure de fer, donnent une coloration très intense d'un brun orangé. Cette réaction présente une grande sensibilité. La propriété la plus remarquable de ces dérivés c'est qu'ils constituent de réels acides monobasiques, plus forts que l'acide acétique, pouvant se titrer à l'hélianthine. Ils font effervescence avec les carbonates et déplacent l'acide acétique de ses sels. Traités par l'ammoniaque, ils donnent les dérivés amidés correspondants; l'aniline fournit de même des composés anilidométhylène-cyanacétiques.

» *Oxyméthylène-cyanacétate de méthyle :* $C \begin{smallmatrix} \diagup C\,Az \\ = CH\,OH \\ \diagdown COO\,CH^3 \end{smallmatrix}$. — Quand on traite les alcoyloxyméthylène-cyanacétates d'alcoyles de la forme $R\,OHC = C \langle {C\,Az \atop COO\,R^1}$ par de l'eau de baryte, on saponifie, non pas le groupe $-\,COO\,R^1$, mais le complexe alcoyloxyméthylénique $= CH\,OR$ et l'on obtient les sels de baryum des corps $C \begin{smallmatrix} \diagup C\,Az \\ = CH\,OH. \\ \diagdown CO^2R^1 \end{smallmatrix}$

(1) *Comptes rendus*, t. CXXVIII, p. 1338; 1899.

En effet, les éthoxy- et méthoxyméthylène-cyanacétates de méthyle

$$C^2H^5O\,CH = C\begin{cases} C\,Az \\ CO^2CH^3 \end{cases}, \qquad CH^3O\,CH = C\begin{cases} C\,Az \\ CO^2CH^3 \end{cases},$$

en présence d'eau de baryte, fournissent un seul et unique sel de baryum

$$\left[C\begin{cases} C\,Az \\ =CH\,O \\ COO\,CH^3 \end{cases} \right]^2 Ba;$$

ce dernier a été décomposé par l'acide sulfurique étendu qui met en liberté le dérivé oxyméthylénique.

» C'est un composé à saveur très acide, à odeur piquante, volatil et fondant à 136°-137°. Des expériences de conductibilité faites sur cet acide et son sel de soude ont montré que l'acide est monobasique, qu'il s'altère au contact de l'eau, mais que son sel de sodium est stable. Son coefficient d'affinité $K = 1,505$ permet de le classer parmi les acides organiques forts, compris entre les acides mono- et dichloracétiques.

» *Sel de baryum :* $\left[\begin{matrix} C\,Az \\ | \\ C = CH\,O \\ \diagdown COO\,CH^3 \end{matrix} \right]^2 Ba$. — C'est une poudre légèrement colorée en jaune, très peu soluble dans l'alcool et l'éther, soluble à chaud dans l'eau. De cette dissolution aqueuse se séparent, suivant les conditions, différents hydrates. Celui à une molécule d'eau constitue une poudre blanche cristalline qui, chauffée durant quelques heures à 150°, prend une teinte légèrement jaune et donne le sel anhydre.

» *Sel de cuivre :* $\left[\begin{matrix} C\,Az \\ | \\ C = CH\,O \\ \diagdown COO\,CH^3 \end{matrix} \right]^2 Cu + 2H^2O$. — Ce sel s'obtient par double décomposition entre le sel de baryum et le sulfate de cuivre. Il cristallise avec deux molécules d'eau. L'hydrate, constitué par de petits cristaux d'un beau vert tendre, chauffé vers 110°, perd facilement son eau de cristallisation et donne le sel anhydre qui est d'un vert plus foncé.

» *Sel d'argent :* $C\begin{cases} C\,Az \\ =CH\,O\,Ag \\ COO\,CH^3 \end{cases}$. — Ce dérivé cristallise de ses solutions aqueuses en houppes soyeuses. Traité par l'iodure de méthyle il donne le dérivé méthoxyméthylénique correspondant : $C\begin{cases} C\,Az \\ =CH\,O\,Ag \\ COO\,CH^3 \end{cases} + CH^3I = C\begin{cases} C\,Az \\ =CH\,O\,CH^3 \\ COO\,CH^3 \end{cases} + AgI.$

» Il permet ainsi de passer de la série éthoxy- à la série méthoxyméthylénique et réciproquement.

» *Oxyméthylène-cyanacétate d'éthyle :* $C\begin{cases} C\,Az \\ =CH\,OH \\ COO\,C^2H^5 \end{cases}$. — Ce composé prend naissance dans les mêmes circonstances que l'homologue inférieur en partant des éthers

$C\begin{cases}CAz\\ =CHOR\\ CO^2C^2H^5\end{cases}$. C'est une poudre blanche, fondant vers 67°, et présentant un caractère acide plus faible que le méthyle correspondant. Distillé dans le vide, il donne en majeure partie des produits de décomposition et un peu d'une huile incolore qui cristallise facilement en longues lames transparentes, fondant vers 68°-69° et constituant également l'oxyméthylène-cyanacétate d'éthyle.

» *Oxyméthylène-cyanacétate d'amyle* : $C\begin{cases}CAz\\ =CHOH\\ CO^2C^5H^{11}\end{cases}$. — Ce composé n'a été déterminé que par ses sels de baryum et d'argent précédemment étudiés (1); l'acide libre n'a pu être caractérisé. Quand on cherche à l'isoler, on obtient une huile légèrement colorée, que l'on n'a pas encore réussi à faire cristalliser et qui, par rectification dans le vide, subit une décomposition presque totale. Cette huile, dont les analyses ne sont qu'approchées, jouit cependant des propriétés des dérivés oxyméthylène-cyanacétiques. Elle est acide au tournesol, fait effervescence avec les carbonates, et donne la coloration caractéristique brun orangé avec le perchlorure de fer. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Emploi de la tétrachlorhydroquinone pour la caractérisation et la séparation des acides gras* (2). Note de M. L. **Bouveault**, présentée par M. E. Grimaux.

« Tandis que les acides aromatiques sont, en général, cristallisés et donnent aisément naissance à des dérivés solides qui peuvent permettre de les purifier, de les caractériser et de les séparer, quand ils sont à l'état de mélange, les acides gras sont, au contraire, presque toujours liquides et ne fournissent que peu de dérivés organiques cristallisés souvent difficiles à obtenir. La plupart des acides gras ne sont caractérisés que par des constantes physiques de liquides, points d'ébullition ou densités, appartenant soit à eux-mêmes, soit à leurs éthers, critérium insuffisant pour distinguer des isomères et même pour indiquer si l'on a affaire à une espèce chimique ou à un mélange.

» J'ai cherché un réactif capable de se combiner à l'acide ou à l'un de ses dérivés immédiats, en donnant un dérivé cristallisé facile à purifier, aisé à décomposer aussi, afin qu'on puisse en régénérer l'acide une fois purifié.

» J'ai essayé successivement les amides, les anilides et paratoluides, les

(1) *Comptes rendus*, t. CXXVIII, p. 1339; 1899.
(2) Institut chimique de Lille.

phénylhydrazides : préparés avec des acides purs, ces dérivés sont presque toujours cristallisés ; il semblait donc qu'ils devaient me conduire au but que je m'étais proposé.

» Les amides m'ont semblé être les plus avantageux : on peut les obtenir aisément avec des rendements passables, mais ils sont en général très solubles dans les divers dissolvants, restent facilement en surfusion, ce qui rend leur purification laborieuse, souvent impossible quand on à affaire à un mélange de deux ou trois isomères.

» Les anilides et *p*-toluides se font avec de bons rendements, mais ils possèdent à un degré encore plus fort les inconvénients des amides ; il est de plus très difficile d'en régénérer l'acide.

» Les phénylhydrazides sont très aisés à faire et cristallisent bien, mais dès que le poids moléculaire s'élève, le point de fusion s'abaisse et la solubilité augmente ; la régénération de l'acide est encore plus laborieuse que dans le cas précédent.

» J'ai trouvé en la tétrachlorhydroquinone le réactif cherché ; chauffée avec un excès de chlorure d'acide au réfrigérant à reflux, elle s'y combine en donnant naissance à la fois à un *dérivé diacide* et à un *dérivé monoacide*, suivant les équations

$$C^6Cl^4\left\langle\begin{matrix}OH\\OH\end{matrix}\right. + 2R - COCl = 2HCl + C^6Cl^4\left\langle\begin{matrix}OCO - R\\OCO - R\end{matrix}\right.,$$

$$C^6Cl^4\left\langle\begin{matrix}OH\\OH\end{matrix}\right. + R - COCl = HCl + C^6Cl^4\left\langle\begin{matrix}OCO - R\\OH\end{matrix}\right..$$

» Les éthers diacides se sont trouvés cristallisés dans tous les cas que j'ai observés ; ils sont très solubles dans l'éther, le benzène, le chloroforme ; moins solubles dans le pétrole, très peu solubles à froid dans les alcools méthylique et éthylique qui les dissolvent abondamment à chaud, insolubles dans l'eau. Ils sont très faciles à purifier et constituent des composés blancs, très bien cristallisés, très stables, inaltérables à l'air ; les acides et les alcalis étendus sont sans action sur eux ; la potasse alcoolique les dédouble rapidement à chaud ; il est donc très facile d'en régénérer l'acide.

» Tous les acides, susceptibles de donner naissance à des chlorures qui les reproduisent par hydratation, se prêtent à ce mode de caractérisation, les acides non saturés aussi bien que les acides saturés ; je me propose d'étendre la méthode aux acides polybasiques. Elle aura, d'ailleurs, notablement moins d'intérêt pour ces derniers que pour les acides monobasiques, car ils sont actuellement beaucoup plus aisés à caractériser.

» J'ai songé à employer les *dérivés diacides* de la tétrachlorhydroquinone, non seulement pour caractériser les acides, mais même pour effectuer la séparation de leurs mélanges. Le mélange acide est transformé en éthers méthyliques ou éthyliques qui sont soigneusement rectifiés; chacune des portions est ensuite transformée en chlorure diacide, puis en dérivé diacide de la tétrachlorhydroquinone, qui est alors soumis à la cristallisation fractionnée. Des essais faits en petit sur un mélange très complexe, qui se trouve dans les goudrons de bois, m'ont donné des résultats encourageants; je ne doute pas qu'en opérant sur des quantités suffisantes on ne parvienne à séparer complètement ces mélanges.

» Quant aux dérivés mono-acides, ils se séparent aisément des éthers diacides par leur solubilité dans les alcalis étendus; ils sont également cristallisés et seront très utiles pour le contrôle dans le cas de points de fusion identiques ou peu différents; ils sont plus solubles dans les alcools que les dérivés diacides, mais peu solubles dans le pétrole.

» *Préparation des éthers de la tétrachlorhydroquinone.* — Il est très important que la tétrachlorhydroquinone employée soit très pure et tout à fait exempte de trichlorhydroquinone; on a réalisé cette condition en la faisant cristalliser une ou deux fois dans l'acide acétique bouillant.

» On la prépare en réduisant par l'acide sulfureux le chloranile, que l'on trouve très pur dans le commerce ou qu'on peut préparer facilement en oxydant la phénylènediamine commerciale par l'acide chlorhydrique et le chlorate de potassium. Le chloranile, finement pulvérisé, est mis en suspension dans l'eau qu'on sature d'acide sulfureux. Quand la saturation est terminée, on attend vingt-quatre heures et l'on recommence, et cela deux ou trois fois. Il faut éviter tout échauffement sous peine de faire, en même temps, beaucoup d'hydroquinones moins chlorées, ce que l'on n'évite jamais complètement. Les cristaux sont essorés, lavés, épuisés à l'eau bouillante, qui enlève les hydroquinones moins chlorées, puis, après dessiccation, au benzène bouillant, qui dissout le chloranile inaltéré. Il ne reste plus qu'à faire cristalliser le résidu dans l'acide acétique.

» Pour obtenir le dérivé diacide, on l'introduit, avec trois molécules de chlorure d'acide, dans un ballon muni d'un réfrigérant ascendant et l'on fait bouillir au bain d'huile, tant qu'il se dégage de l'acide chlorhydrique. Le produit se prend en masse par refroidissement; on le reprend par un mélange d'eau et d'éther qu'on additionne de soude étendue en excès. La solution éthérée abandonne le dérivé diacide qui cristallise aussitôt; une cristallisation dans l'alcool méthylique bouillant l'abandonne à l'état de pureté. La solution alcaline acidifiée par l'acide chlorhydrique abandonne le dérivé le plus souvent monoacide, à l'état cristallisé.

» Cette préparation est des plus aisées; avec deux ou trois grammes d'un acide, elle permet d'obtenir deux substances caractéristiques et en quantité suffisante pour l'analyse, à cause du poids moléculaire élevé de la tétrachlorhydroquinone.

» Le *dérivé diacétique*, qui était déjà connu, fond à 245°; le *dérivé dipropionique*

fond à 160°; le *dérivé dibutyrique* fond à 137°; le *dérivé diacide de l'acide α-diméthylisocrotonique* (2-diméthyl-4-buténoïque) $CH^2=CH-C(CH^3)_2-CO^2H$ fond à 130°-134°; le *dérivé monoacide du même* fond à 132°.

» Ces recherches sont continuées. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur la presence, dans l'organisme animal, d'un ferment soluble réduisant les nitrates* (¹). Note de MM. **E. Abelous** et **E. Gérard**, présentée par M. Armand Gautier.

« Les travaux de M. Armand Gautier ont établi, dès 1881, ces faits importants : 1° que les cellules de l'organisme animal vivent en partie anaérobiquement et donnent naissance à des substances réductrices; 2° que le protoplasma de la plupart des cellules est réducteur et qu'on peut facilement, à son contact durant la vie ou *in vitro*, réduire des solutions étendues d'acide sulfindigotique et de sulfofuchsine, transformer les iodates et bromates alcalins en iodures et bromures, etc.

» D'autre part, Bokorny a démontré que le principe réducteur fixé dans le protoplasma est colloïde, non dialysable, alcalin et qu'il est détruit par les acides.

» Les expériences d'Ehrlich ont mis en évidence que les organes et tissus animaux jouissent d'un pouvoir réducteur inégal vis-à-vis de certaines matières colorantes injectées dans la circulation (bleu d'alizarine, bleu de céruléine). Ce pouvoir réducteur augmente après la mort.

» Enfin Binz a prouvé que le sang, le suc intestinal et certains organes, surtout le foie, peuvent réduire *in vitro* l'acide arsénique.

» Cette action réductrice est-elle suffisamment énergique pour réduire les nitrates alcalins? Ce pouvoir réducteur peut-il être attribué à un ferment soluble?

» Voici les faits observés :

» 1° Si l'on fait une macération de 40^{gr} de rein de cheval pulpé dans 100^{cc} d'eau distillée, qu'on ajoute 8^{gr} de nitrate de potasse pur et du chloroforme pour éviter l'intervention des microrganismes, on constate, après un séjour de douze à quinze heures dans l'étuve à 40°, que le filtrat de cette macération nitratée présente les réac-

(¹) Travail du laboratoire de Physiologie de la Faculté de Médecine de Toulouse.

tions caractéristiques des nitrites (réactions de Trommsdorff en liqueur acétique, de Griess à la métaphénylène-diamine, de Denigès à la résorcine et à l'acide sulfurique).

» 2° Si cette macération nitratée est faite avec de la pulpe rénale préalablement portée à 100°, le résultat est négatif, il n'y a pas trace de nitrite formé.

» 3° Ajoutons qu'on ne trouve pas les réactions de l'acide azoteux dans les macérations non nitratées de pulpe rénale.

» 4° Le rein de veau donne les mêmes résultats que le rein de cheval.

» 5° Si l'on examine, dans les mêmes conditions, le pouvoir réducteur des divers organes du cheval, on constate qu'ils réduisent pour la plupart, mais d'une façon inégale, le nitrate de potasse. D'après les déterminations calorimétriques effectuées à l'aide du réactif de Griess, on peut ranger de la façon suivante les divers organes au point de vue de leur pouvoir réducteur :

1° Foie.
2° Rein.
3° Capsules surrénales.
4° Poumon.
5° Testicule.
6° Intestin.
7° Ovaire et glande sous-maxillaire.
8° Pancréas.
9° Rate.
10° Muscle strié.
11° Cerveau (substance blanche et grise).

» La recherche et la détermination des nitrites ayant été faites non seulement dans des macérations chloroformées, mais aussi dans des liqueurs additionnées de thymol à 1 pour 1000, d'essence de cannelle, d'acide salicylique, etc., on ne saurait attribuer cette réduction, ni à la présence des microrganismes, ni à l'action vitale des cellules.

» Les effets de diverses températures sur le pouvoir réducteur sont de nature à confirmer cette dernière conclusion :

» En effet, si l'on soumet des macérations aqueuses nitratées de pulpe rénale aux températures suivantes : 0°, 20°, 40°, 60°, 72°, 100°, on constate que la quantité de nitrite formé, presque nulle à 0°, s'accroît au delà de cette température; qu'entre 20° et 40° elle semble passer par un maximum; qu'à 60°, elle est diminuée et enfin qu'elle est nulle à 72°.

» La courbe qu'on peut ainsi établir est absolument de même nature que la courbe d'activité d'un ferment soluble en fonction de la température.

» La substance réductrice peut-elle être extraite par l'eau de l'organe?

» Si l'on fait un extrait aqueux du rein, par exemple, toujours en présence de chloroforme, qu'on laisse séjourner cette macération pendant vingt-quatre à quarante-huit heures à l'étuve à 40°, on obtient, après filtration, un liquide limpide jouissant du pouvoir réducteur vis-à-vis des nitrates. En effet, si à 100^{cc} d'un tel extrait on ajoute 8^{gr} d'azotate de potasse et qu'on laisse séjourner un certain temps à 40°, toujours en présence d'un antiseptique, on constate qu'il y a formation de nitrite.

» Ainsi les extraits aqueux de rein, privés de tout élément cellulaire,

peuvent réduire les nitrates. Par contre, si ces extraits ont été, au préalable, soumis à la température de 100°, ils n'ont plus aucune action.

» Nous nous sommes assuré que les réactions obtenues étaient bien dues aux nitrites. En effet : 1° l'iodure de zinc amidonné ne donne rien avec les macérations, si l'on ne l'additionne d'acide acétique mettant l'acide azoteux en liberté; 2° le réactif de Griess décèle nettement à froid la présence des nitrites. Il en est de même avec le réactif de Denigès.

» *Conclusions.* — Nous avons donc établi qu'il existe, dans la plupart des organes, quoique en proportion inégale, une substance soluble qui réduit les nitrates. Étant donnés les faits observés, en particulier, sous l'influence de la température, il est vraisemblable que cette substance est de nature diastasique et qu'on a affaire à un ferment soluble réducteur.

» Nous sommes donc naturellement amené à conclure qu'il existe dans l'organisme, tout au moins un ferment soluble susceptible de réduire les nitrates. Nous nous proposons d'exposer dans une prochaine Communication le mécanisme de ces actions réductrices. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur le pouvoir réducteur des urines.* Note de M. **Henri Hélier**, présentée par M. Arm. Gautier.

« Les urines sont réductrices. C'est là une propriété à peine signalée dans les meilleurs traités. Elle a cependant une grande importance, tant pour le médecin que pour le physiologiste, car elle témoigne des oxydations incomplètes faites dans l'économie. En mesurant ce qui peut encore brûler, on a par cela même la mesure de ce qui a déjà été oxydé.

» Voici la méthode que j'emploie :

» 10^{cc} de l'urine à essayer sont additionnés de 10^{cc} d'acide sulfurique concentré. J'y laisse tomber, jusqu'à coloration rose persistante, une solution contenant $6^{gr},36$ de permanganate de potasse par litre et je lis le nombre n de centimètres cubes employés. Ce nombre serait le pouvoir réducteur de l'urine si la concentration de l'urine était normale. J'appellerai *concentration normale* celle d'une urine qui contient 20^{gr} d'urée par litre. L'urine étudiée contenant seulement m grammes d'urée par litre, le pouvoir réducteur sera donné par la formule

$$P = 20 \times \frac{n}{m}.$$

Ce pouvoir réducteur représente donc un certain nombre de centimètres cubes de permanganate et sa mesure nécessite deux opérations : 1° un dosage volumétrique; 2° un dosage d'urée. Ces deux opérations peuvent être faites au lit d'un malade.

» Si l'on examine par cette méthode, au point de vue du pouvoir réducteur, les urines des personnes dites *bien portantes,* on tombe toujours sur des nombres compris entre 12,5 et 15, ce qui est suffisamment constant. Si l'on étudie, au même point de vue, les urines pathologiques, on voit qu'elles peuvent se diviser en deux groupes : celles qui sont plus réductrices que la normale et celles qui sont moins réductrices.

» Dans le premier groupe nous trouvons la plupart des maladies chroniques. Je ne parlerai pas des urines des diabétiques toujours très réductrices, même lorsqu'on a brûlé tout le sucre par la liqueur de Fehling. Dans la tuberculose j'ai trouvé les nombres 22,2, 20,7, 16,3; dans l'anémie 17,1; dans le cancer du pylore 20,6; dans la maladie de Basedow 15,4, 18,66 ([1]).

» Dans ces maladies consomptives, on pouvait s'attendre à trouver des urines extrêmement peu réductrices, les recherches d'Albert Robin ayant montré qu'en particulier les tuberculeux font des oxydations incessantes et sans trêve. Il semblerait donc que les combustions doivent être complètes. Il n'en est rien. Ce qui domine dans la tuberculose c'est une désassimilation large et rapide qui chasse de la cellule des substances réductrices, aptes ensuite à être brûlées dans le sang. Mais quelque hâte que les globules sanguins mettent à charrier l'oxygène, il n'y en a jamais assez. Les urines restent très réductrices.

» Dans le rhumatisme articulaire aigu ou subaigu, j'ai trouvé les nombres 15,7, 23,4, 23, 22,1. C'est un fait bien connu, les rhumatisants n'oxydent pas.

» Dans le mal de Bright on trouve 26, 26, 34,2; dans la colique néphrétique 17,9; dans l'insuffisance aortique 20, 21; dans la cirrhose de Laennec 32; dans les urines d'hystérique, après la crise, 43,5. Chez l'hystérique, tout est détraqué, même les oxydations. Enfin dans un cas d'insuffisance aortique où, sous l'influence de la théobromine, il s'est produit une diurèse abondante, le pouvoir réducteur est monté à 62,2. Les produits de désassimilation ont donc été expulsés avant d'avoir pu être brûlés.

» Dans certaines maladies aiguës, au contraire, le pouvoir réducteur des urines semble inférieur à la normale. Dans deux cas de pleurésie, on

---

([1]) Ces urines proviennent des malades du service de M. le professeur Renaut, à l'Hôtel-Dieu de Lyon, qui a bien voulu choisir lui-même des cas types. Qu'il veuille bien recevoir ici mes remercîments.

a trouvé 11,8 et 7,5 ; dans un cas de pneumonie 11,7 ; dans un cas de surmenage 7,3.

» Il ne faudrait pas croire que pour chaque maladie le pouvoir réducteur est caractérisée par un nombre à peu près fixe ; ce pouvoir varie avec le degré de la maladie et il peut servir, comme le thermomètre, à en caractériser la marche.

» Une malade est prise, le 12 avril dernier, de néphrite aiguë. Le 13, le pouvoir réducteur de ses urines est de 5,6 ; le 26 avril, la malade va mieux, le pouvoir réducteur est seulement de 7. Le 4 mai, la malade se sent tout à fait bien et quitte l'hôpital ; le pouvoir réducteur était remonté à 12,3.

» *En résumé*, la mesure du pouvoir réducteur des urines, effectuée d'après la méthode que j'indique, est une opération facile qui mesure le degré des oxydations interstitielles qui se font dans l'économie. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Contribution à l'étude chimique de l'écorce du* Rhamnus purshiana (Cascara Sagrada), Note de M. **Leprince**, présentée par M. Arm. Gautier.

« Aux corps étudiés par les auteurs, et par nous dans le travail inséré aux *Comptes rendus*, t. CXV, p. 286, il faut ajouter : 1° la chrysarobine ; 2° l'acide chrysophanique [1] ; 3° l'émodine.

» On peut mettre ces corps en évidence par plusieurs procédés ; celui qui nous a paru préférable est le suivant :

» On traite l'écorce grossièrement pulvérisée par de l'eau distillée contenant 5 pour 100 de soude caustique et l'on acidule la liqueur obtenue ; on a ainsi un précipité plus ou moins abondant et une liqueur que l'on évapore dans le vide, ou à une faible température, jusqu'à consistance d'extrait sec. On épuise séparément ces deux extraits, aussi secs que possible, par de l'acétone et l'on précipite par une assez grande quantité d'eau, en enlevant avec soin les particules résineuses qui surnagent, puis l'on filtre.

» On redissout ce précipité dans une nouvelle quantité d'acétone légèrement acidulée, on précipite de nouveau par l'eau et l'on répète ces opérations jusqu'à purification complète.

» On a finalement un précipité jaune cristallin qui contient surtout les corps désignés ci-dessus.

» Pour les séparer, on traite : 1° à froid le précipité par une petite quantité d'acide

---

[1] Ce corps a déjà été signalé dans cette écorce par Limousin.

acétique concentré, on précipite la liqueur filtrée par une petite quantité d'eau distillée.

» Le précipité obtenu est dissous dans une petite quantité de benzène bouillant, par refroidissement et évaporation on obtient des lamelles jaune d'or micacées, solubles dans l'alcool surtout à chaud, solubles en jaune dans les alcalis, insolubles dans l'eau et dans l'ammoniaque, solubles en jaune dans l'acide sulfurique concentré, elles fondent à 165°-170°. Ces caractères appartiennent à la chrysarobine.

» 2° On reprend le premier précipité non attaqué par l'acide acétique, par une plus grande quantité de ce même acide cristallisable et à chaud; on précipite le filtratum par une assez grande masse d'eau.

» Ce nouveau précipité est purifié par cristallisations dans l'alcool à 90° ou dans le benzène. On obtient ainsi un corps plus foncé que le précédent présentant tous les caractères de l'acide chrysophanique. Il est insoluble dans l'eau, soluble en rouge dans l'ammoniaque et les lessives alcalines; il fond à 160°-162°. Oxydé par une solution de potasse aérée, il donne de l'émodine. L'analyse fournit des nombres qui s'accordent avec la formule $C^{15}H^{10}O^{4}$. (Trouvé : $C = 70,87$; $H = 3,92$; $O = 25,21$.)

» 3° Le résidu de cette seconde opération est lavé à l'éther, séché, puis mis à cristalliser dans l'alcool absolu; il se présente alors en aiguilles clinorhombiques rouge orangé sublimables, insolubles dans l'eau, très peu solubles dans l'éther, le benzène, solubles dans l'alcool absolu, l'ammoniaque, les lessives alcalines en rouge pourpre. Elles fondent à 245°-250°.

» Avec l'anhydride acétique et un peu de chlorure de zinc, ce corps donne, suivant la température : 1° du monoacétylémodine; 2° du triacétylémodine, de couleur jaune fondant à 190°.

» L'analyse donne des nombres qui s'accordent avec la formule $C^{15}H^{10}O^{5}$ qui est celle de l'émodine. (Trouvé : $C = 66,73$; $H = 3,78$; $O = 29,49$.)

» Ces corps sont presque exclusivement contenus dans la partie précipitée par l'acide ajouté à la première liqueur et leurs quantités respectives varient suivant les échantillons et la teneur en alcali de l'eau qui sert à l'épuisement de l'écorce.

» Il ressort de cette étude, ainsi que de celles du Dr Eccles, de H.-F. Meier et J. Le Roy-Webber, que le corps antérieurement étudié par nous n'est pas le seul principe actif de cette écorce, mais seulement l'un de ceux qui peuvent être utilisés, avec avantage, par la Thérapeutique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Transformation directe de l'acétamide en éthylamine par hydrogénation* [1]. Note de M. **Guerbet**, présentée par M. Moissan.

» On sait que les pyrrolidones, traitées par l'hydrogène naissant de la réaction du sodium sur l'alcool amylique bouillant, fixent cet hydrogène

---

[1] Travail fait au laboratoire de M. Jungfleisch, au Conservatoire des Arts et Métiers.

et se transforment en pyrrolidines avec départ d'une molécule d'eau (*Tafel. Berichte der deutsch. chem. Ges.*, t. XXII, p. 1865 et t. XXIII, p. 708)

$$\underbrace{\begin{matrix} CH^2 - CH\!\!\begin{smallmatrix}\diagup CH^3 \\ \diagdown \end{smallmatrix} \\ | \\ CH^2 - CO\diagup \end{matrix}\!\!>AzH}_{\alpha\text{-méthylpyrrolidone.}} + 4H = \underbrace{\begin{matrix} CH^2 - CH\!\!\begin{smallmatrix}\diagup CH^3 \\ \diagdown \end{smallmatrix} \\ | \\ CH^2 - CH^2\diagup \end{matrix}\!\!>AzH}_{\alpha\text{-méthylpyrrolidine.}} + H^2O.$$

» Or, l'α-méthylpyrrolidone est un véritable amide résultant de la déshydratation interne de l'acide γ-amidovalérique

$$CH^3 - CH(AzH^2) - CH^2 - CH^2 - CO^2H,$$

et j'ai pensé que, peut-être, les amides traités de même se transformeraient en amines primaires correspondantes suivant l'équation

$$R - CO - AzH^2 + 4H = R - CH^2 - AzH^2 + H^2O.$$

» La réaction ainsi formulée est analogue à celle qui donne naissance aux amines par l'hydrogénation des nitriles, composés qui diffèrent des amides par une molécule d'eau en moins (Mendius, *Lieb. Ann. der Chem.*, t. CXXI, p. 142)

$$R - CAz + 4H = R - CH^2 - AzH^2.$$

» Mon hypothèse était rendue vraisemblable par les expériences de M. Seifert (*Berichte der deutsch. Ges.*, t. XVIII, p. 1357), démontrant la formation de l'éthylamine lorsqu'on chauffe à 170°-200° l'acétamide avec un mélange d'alcool et d'alcoolate de sodium. J'ai montré, en effet, (*Comptes rendus*, 17 avril 1899), qu'un tel mélange donne naissance à de l'hydrogène quand on le chauffe au voisinage de 200°. La formation de l'éthylamine dans l'expérience de M. Seifert peut donc s'expliquer par la réaction de l'hydrogène sur l'acétamide.

» Partant de ces idées théoriques, j'ai appliqué à l'acétamide le traitement qui permet la transformation de la méthylpyrrolidone en méthylpyrrolidine et l'expérience a pleinement vérifié mon hypothèse : l'acétamide se transforme partiellement en éthylamine suivant l'équation

$$CH^3 - CO - AzH^2 + 4H = CH^3 - CH^2 - AzH^2 + H^2O.$$

» Voici comment on opère pour effectuer la réaction :

» On dissout 15gr d'acétamide bien sec dans 600gr d'alcool amylique préalablement distillé sur la baryte caustique pour le priver de toute trace d'eau. On ajoute en une seule fois 60gr de sodium et l'on porte le mélange à l'ébullition que l'on entretient jus-

qu'à dissolution complète du métal. Le ballon où s'effectue la réaction est en relation avec un réfrigérant disposé à reflux, muni d'un tube adducteur qui permet de faire barboter les produits gazeux dans une solution d'acide chlorhydrique. Celui-ci s'empare de l'ammoniaque et de l'éthylamine issues de la réaction, tandis que l'hydrogène, qui n'a pas été fixé, se dégage.

» La solution chlorhydrique doit rester acide jusqu'à la fin ; elle est alors évaporée au bain-marie et l'on constate que le résidu est formé de chlorhydrate d'ammoniaque et de chlorhydrate d'éthylamine facile à séparer du premier par l'alcool absolu.

» Le chlorhydrate cristallisé résultant de l'évaporation de la solution alcoolique est bien du chlorhydrate d'éthylamine, car il fond à 78°-81°, est déliquescent et se dissout en abondance dans l'alcool absolu. Sa solution aqueuse ne précipite qu'au bout d'un certain temps par le chlorure de platine et surtout en présence d'alcool.

» Mélangé à deux fois son poids de chaux vive et chauffé, il laisse dégager un gaz d'odeur ammoniacale, bleuisssant le tournesol, combustible et condensable en un liquide incolore qui bout à 18°. Ce sont là les propriétés de l'éthylamine.

» Avec les proportions indiquées des corps réagissants, on a obtenu 8,2 de chlorhydrate d'éthylamine et 9,5 de chlorhydrate d'ammoniaque. Voyons quelles quantités de ces composés devraient se former suivant la réaction formulée plus haut :

» Celle-ci indique la formation d'une molécule d'eau qui donnera de la soude au contact de l'amylate de sodium présent dans le mélange, et la soude ainsi formée décomposera une partie de l'acétamide avec dégagement d'ammoniaque. Deux molécules d'acétamide devraient donc donner naissance à une molécule de chacun des chlorhydrates; les 15gr d'acétamide employés devraient produire 10,3 de chlorhydrate d'éthylamine et 6,8 de chlorhydrate d'ammoniaque.

» Le rendement en éthylamine est donc les $\frac{8}{10}$ environ de celui qui est indiqué par la théorie. On voit qu'il est satisfaisant et je pense que la même transformation pourra être effectuée sur d'autres amides.

» Je m'occupe en ce moment des expériences nécessaires à la généralisation de la réaction et j'espère pouvoir bientôt en communiquer le résultat à l'Académie. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur la sécrétion des diastases*. Note de M. **Dienert**, présentée par M. Duclaux.

« J'ai démontré, au mois de février dernier (*Comptes rendus*, t. CXXVIII, p. 617), que les levures ne décomposaient le galactose en alcool et acide carbonique qu'après s'être acclimatées à ce sucre. La durée de cette acclimatation est variable suivant les levures. On la rend très courte si l'on facilite la multiplication des cellules en présence du galactose, ou encore, pour les levures sécrétant de la mélibiase ou de la lactase, en présence de mélibiose ou de lactose.

» Je montrerai dans cette Note que le phénomène d'acclimatation s'accompagne chez les levures basses d'une sécrétion abondante de mélibiase, et chez les levures de lactose d'une forte sécrétion de lactase.

» J'introduis dans trois ballons une même quantité d'un liquide nutritif azoté. Pour le sucrer, j'ajoute dans le ballon A du glucose, dans le ballon B du galactose, et dans le ballon C du lactose.

» Ces trois ballons sont ensemencés avec la même levure de lactose. La fermentation finie, par un procédé facile à imaginer, j'enlève la levure débarrassée de son liquide nutritif et je la sèche à 25° dans le vide en présence d'acide sulfurique. La levure ainsi séchée est portée à la température de 100° que l'on maintient constante pendant six heures consécutives.

» Les diastases sèches résistent très bien à ce traitement.

» La levure est alors broyée avec de l'eau distillée. On en extrait une diastase, la lactase, qui dédouble le lactose en galactose et en glucose. Je mets ces sucres en évidence de la manière suivante. Certaines levures, comme le *S. Ludwigii*, n'attaquent pas le galactose. Si j'ensemence cette levure dans un milieu nutritif contenant un mélange de glucose et de galactose, le sucre restant que je constaterai sera du galactose pur. Pour différencier le galactose du lactose, je me sers d'une levure qui attaque le premier sucre et laisse le second inattaqué. De cette façon, on arrive très exactement à trouver que le glucose et le galactose sont en égale proportion dans le liquide après l'action de la lactase.

» Pour rendre la comparaison facile, je broie le même poids de levure avec le même volume d'eau.

» Les levures des trois ballons, broyées séparément, me donnent trois solutions de lactase que je désignerai par les lettres A, B et C des ballons d'où elles proviennent.

» La solution la plus active ne pouvait dédoubler au maximum que 6 pour 100 de lactose.

» Si je désigne par le chiffre 1 la quantité maxima de lactose décomposé par la solution A, il faudra désigner par les chiffres 5 et 6 les quantités maxima de lactose décomposé par les solutions B et C.

» Les résultats sont identiques avec la mélibiase qui dédouble le mélibiose en glucose et en galactose.

» L'acclimatation d'une levure au galactose augmente donc la sécrétion de certaines diastases. Elles agissent principalement sur le lactose et le mélibiose, deux corps qui se décomposent en galactose et glucose par l'action de ces diastases. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les particularités de l'éruption du Vésuve.* Note de M. **Matteucci**, présentée par M. de Lapparent.

« L'éruption qui se poursuit au Vésuve depuis le 3 juillet 1895 m'a permis de constater quelques faits d'un assez grand intérêt.

» On sait que, à cette date, une série de fentes se sont ouvertes dans la direction du nord-ouest, sur toute la hauteur du grand cône et que, sur ces fentes, onze bouches d'éruption se sont d'abord échelonnées, donnant issue à la lave. Mais, le 5 juillet, l'émission de cette dernière n'avait plus lieu qu'à la base même du cône, dans l'Atrio del Cavallo, donnant lieu à la formation d'une coupole de laves, d'altitude progressivement croissante, qui avait fini par atteindre 90^{m} de hauteur. Le 31 janvier 1897, la bouche d'éruption se déplaçait en remontant d'une quarantaine de mètres sur la fissure. La lave, continuant à sortir, se répandait sur la coupole et en portait bientôt l'altitude à 835^{m} au-dessus du niveau de la mer.

» En se plaçant sur la plate-forme de la station inférieure du funiculaire, on apercevait facilement le contour très aplati de la coupole, venant rencontrer le profil du grand cône juste au même point que la pente du Primo Monte ou escarpement occidental de la Somma.

» Vers le milieu de février 1898, il fut aisé de constater que les laves, cessant d'arriver au sommet de la coupole, se déversaient latéralement, le plus souvent vers l'est, dans l'Atrio, mais parfois aussi vers le nord ou vers le sud, le lieu de leur sortie demeurant marqué par d'abondantes fumerolles. Cependant, au bout d'un mois, le contour de la coupole se trouvait si bien bombé que sa cime avait gagné une quinzaine de mètres d'altitude; de sorte que sa silhouette, vue de la station, s'interposait entre le grand cône et l'escarpement de la Somma, atteignant le cône à une certaine distance à l'est du point où elle s'arrêtait auparavant.

» Ce gonflement ne peut être expliqué que par la pression de la lave qui, ne réussissant plus à sortir par le sommet de la coupole, a commencé par la soulever en masse, avant de retrouver une issue de côté. L'excès de pression se comprend d'autant mieux qu'au moment où le phénomène s'est produit le niveau de la lave avait remonté de 60^{m} dans le grand cratère, tandis que, quelque temps après, on voyait ce dernier reprendre la profondeur de 200^{m} qu'il possédait auparavant.

» Il s'agit donc ici d'un soulèvement *endogène*, produit par l'intrusion

d'un véritable *laccolithe*, qui a fait gonfler les couches solidifiées du sommet de la coupole, comme les laccolithes américains ont soulevé les couches des terrains qui faisaient obstacle à leur sortie. C'est la première fois que la naissance d'un accident de ce genre est prise sur le fait, et, s'il n'en résulte pas que l'on doive revenir à l'ancienne théorie des cratères de soulèvement, cela prouve que tout n'était pas faux dans cette conception.

» En janvier 1897, le cratère du Vésuve était circulaire, avec un diamètre de 136^m. En février 1898, le diamètre s'était accru et avait atteint 160^m. Actuellement, je me suis assuré qu'il a subi un nouvel élargissement, le diamètre nord-sud étant de 185^m, tandis qu'on trouve 180^m dans le sens est-ouest. La profondeur est de 200^m.

» Le système des fentes qui accidentent le flanc du cône se poursuit, un peu au delà du pied de ce dernier, sur 1600^m de longueur, embrassant une largeur de 400^m et une superficie d'environ $500\,000^{mq}$.

» La hauteur de la coupole de laves est aujourd'hui de 163^m, et son volume représente environ 125 millions de mètres cubes. C'est un changement considérable qui s'est produit dans la topographie du volcan, par suite de cette accumulation venant se dresser à l'entrée de l'Atrio, tandis que, en arrière, se trouve une autre coupole, édifiée de la même façon de 1891 à 1894.

» Parmi les produits des fumerolles de cette éruption, j'ai vu se dégager l'acide chlorhydrique, l'anhydride sulfureux, l'hydrogène sulfuré, l'anhydride carbonique, le soufre, le gypse, divers sulfates et chlorures de fer et de cuivre, l'érythrosidérite, les chlorures et sulfates de soude et de potasse, le sel ammoniac, la ténorite, le fer oligiste. En outre, ce qui est important pour l'histoire des éruptions, j'ai constaté l'abondance du sélénium, et surtout celle du gaz acide fluorhydrique, en même temps que la présence des acides iodhydrique et bromhydrique et du bicarbonate de soude.

» Les produits des fumerolles sont bien distribués, dans l'espace, conformément aux lois indiquées par Charles Sainte-Claire Deville; mais leur distribution dans le temps me paraît plus conforme aux vues émises par M. Fouqué. »

M. **Armand Gautier**, à propos de la Note de M. *Matteucci* présentée par M. de Lapparent, ajoute :

« La présence du gaz iodhydrique dans les émanations volcaniques concorde avec l'observation déjà faite de la présence de l'iode dans les efflo-

rescences qui se forment sur les laves. Elle s'explique d'ailleurs par une remarque que je viens de faire et qui se rattache, comme je le montrerai, à l'existence des iodures dans le fond des mers; je veux parler de la présence de l'iode dans les roches éruptives, et en particulier dans tous les granits que j'ai examinés. J'en ferai le sujet d'une Communication prochaine à l'Académie. »

M. **Emile Renner** adresse une étude sur le Magnétisme terrestre.

La séance est levée à 4 heures et demie.

J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 3 juillet 1899.

Traité de Nomographie. Théorie des abaques. Applications pratiques, par Maurice d'Ocagne. Paris, Gauthier-Villars, 1899; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Maurice Lévy.)

Histoire abrégée de l'Astronomie, par Ernest Lebon, avec 16 portraits. Paris, Gauthier-Villars, 1899; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Wolf.)

De la distribution d'énergie électrique en Allemagne, par M. Charles Bos et M. J. Laffargue. Paris, Masson et Cie, 1899. (Présenté par M. Mascart.)

Étude sur la Flore fossile du bassin houiller d'Héraclée (Asie Mineure), par R. Zeiller. Paris, G. Carré et C. Naud, 1899; 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. Michel Lévy.)

Le Mois scientifique et industriel. Revue internationale d'informations. N° 1, juin 1899. Paris, 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Adolphe Carnot.)

Annales des Ponts et Chaussées. Ire Partie. *Mémoires et documents.* 7e série, 9e année, 1899, 1er trimestre. Paris, Vve Ch. Dunod; 1 vol. in-8°.

Annales médico-psychologiques. Journal de l'Aliénation mentale et de la Médecine légale des Aliénés. 57e année, n° 1, juillet-août 1899. Paris, Masson et Cie, 1899; 1 fasc. in-8°.

Journal de Pharmacie et de Chimie, 90e année, 6e série, t. X, n° 1, 1er juillet 1899. Paris, Octave Doin; 1 fasc. in-8°.

Répertoire de Médecine et de Chirurgie pratiques. 1re année, nº 1, juin 1899. Paris, M. A. Desfeux; 1 fasc. in-8º.

Bulletin de la Société des Sciences de Nancy. Série II, t. XVI, fasc. 33, 31e année, 1898. Paris-Nancy, 1899; 1 vol. in-8º.

Essai d'un plan de Métaphysique, par Alexis-S. Tsimbouraki. Athènes, Anestis Constantinides, 1896; 1 fasc. in-18.

Report of the American Lavoisier Committee. Saint-Louis, Mo, 1899; 1 fasc. in-8º.

The danish Ingolf-expedition. Vol. I, part. I; Vol. II, part. I; Vol. III, part. I. Copenhagen, H. Hagerup, 1899; 3 fasc. in-fº.

Annual report of the Smithsonian Institution for the year ending June 30, 1896. *Report of the U. S. National Museum.* Washington, 1898; 1 vol. in-8º.

Bulletin of the United States National Museum. Nº 47 : *The fishes of North and Middle America,* by David Starr Jordan and Barton Warren Evermann. Part II, part III. Washington, 1898; 2 vol. in-8º.

The canadian patent Office record and register of copyrights and trade marks. Vol. XXVI, 1898. *Annual index.* Ottava, 1899; 1 fasc. in-4º.

The geographical journal. Vol. XIV, nº 1, July 1899. London, Edward Stanford; 1 fasc. in-8º.

Anales del Museo nacional de Montevideo, pub. bajo direccion de J. Arechavaleta. Tomo II, fasc. 11. Montevideo, 1899; 1 fasc. in-4º.

Nachrichten von der kön. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen. Matematisch-physikalische Klasse. 1899. Heft 1. Göttingen, Lüder Hortsmann, 1899; 1 fasc. in-8º.

Buletinul Societatii de sciinte din Bucuresci, Romania. Anul VIII, nos 1 si 2. Bucuresci, 1899; 1 fasc. in-8º.

Bulletin de la Société physico-mathématique de Kasan. Deuxième série; t. VIII, nº 4; t. IX, nos 1, 2. Kasan, 1899; 3 fasc. in-8º.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 10 JUILLET 1899,

PRÉSIDENCE DE M. VAN TIEGHEM.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie la perte qu'elle vient de faire dans la personne de M. *William Flower,* Correspondant pour la Section d'Anatomie et Zoologie, décédé, à Londres, le 1er juillet 1899.

M. **Edmond Perrier**, en présentant à l'Académie le 5e fascicule (p. 2137-2356) de son *Traité de Zoologie,* s'exprime ainsi :

« Le nouveau fascicule du *Traité de Zoologie* que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie aurait été considéré, au temps de Lamarck, comme complétant l'*Histoire des Animaux sans vertèbres;* c'est en réalité une sorte de préface de l'*Histoire des Vertébrés*. J'y ai exposé, en effet, l'organisation et le développement de l'*Amphioxus*, l'organisation, le développement et la classification des Tuniciers. Dans le Chapitre relatif à l'*Amphioxus,* on verra comment l'organisation des Vertébrés s'est dégagée physiologiquement, pour ainsi dire, de celles des Vers annelés. Dans le long Chapitre relatif aux Tuniciers, on verra comment, le Vertébré étant à peine ébauché, l'intervention d'une condition nouvelle d'existence, la fixation au sol, a

transformé le type primitif du Vertébré en un type nouveau, celui même des Tuniciers.

» S'il est aujourd'hui bien établi que les êtres vivants sont dérivés les uns des autres par une série de transformations ininterrompues, il est non moins certain que ces transformations n'ont pas eu lieu sans causes et que ces causes doivent se trouver, d'une part dans le fonctionnement même de l'organisme, d'autre part dans les conditions variées que les circonstances extérieures imposent à ce fonctionnement. Ces causes ne sont, en général, masquées aux naturalistes que par les idées préconçues qu'ils se sont faites des relations généalogiques des organismes, et par la croyance où sont demeurés beaucoup d'entre eux que toutes les transformations sont admissibles, alors même qu'on ne saurait entrevoir à quelles causes elles peuvent être attribuées.

» C'est pour avoir dédaigné cette intervention des causes modificatrices et s'être borné à constater les gradations morphologiques présentées par les organismes, qu'on a dressé tant d'arbres généalogiques divers du règne animal, que les mêmes formes ont pu être considérées tantôt comme le terme ancestral, tantôt comme le terme le plus récent d'une même série et qu'on en est arrivé à prendre au hasard, suivant sa fantaisie, un *type* dans une série, pour tout faire rayonner autour de lui. Une fois sur cette pente, on n'est même plus arrêté par les indications, pourtant si vantées, de l'embryogénie, indications d'ailleurs si précises quand on a pris soin de les coordonner elles-mêmes méthodiquement. L'intérêt de ce fascicule sera de montrer une fois de plus comment, par la recherche des causes rationnelles de transformation et par l'application rigoureuse des lois de l'embryogénie, les questions les plus difficiles et les plus délicates s'éclairent.

» J'ai montré, dans une Communication antérieure, comment l'importance prise par le système nerveux, la tachygonie intense de l'axe cérébro-spinal et du mésoderme, avaient déterminé, chez des animaux voisins des Vers annelés, l'apparition, entre les ébauches de ces parties, d'un séquestre entodermique devenu la *corde dorsale* des Vertébrés; comment ces causes avaient produit un déplacement latéral de la bouche, qui avait eu, par conséquent, une asymétrie momentanée, puis un renversement complet d'attitude chez les ancêtres des Vertébrés. J'ai indiqué que l'histoire de ce renversement était écrite tout entière dans l'embryogénie de l'*Amphioxus*. On en trouvera toutes les preuves dans ce fascicule. Ce renversement, comme la torsion des Mollusques gastéropodes, résulte de ce que *tout animal qui se trouve placé, d'une manière permanente, dans des conditions défa-*

vorables, répare autant qu'il le peut par des attitudes volontaires nouvelles le tort qu'il éprouve de ces conditions; ces attitudes se fixent par hérédité.

» J'ai désigné cette proposition, qui n'est qu'un corollaire du *principe de Lamarck* relatif aux conséquences de l'usage et du défaut d'usage des organes, sous le nom de *loi de la fixation des attitudes favorables*.

» Comme les Alcyonnaires, les Cirripèdes, les Nématodes, les Lombriciens, les Géphyriens, les Lamellibranches, Vers plats et même à certains égards les Echinodermes, les Tuniciers sont un groupe régressif. Chez les Nématodes et les Vers plats la régression a été déterminée par l'inertie due au parasitisme; chez les Lombriciens, les Géphyriens et les Lamellibranches par l'inertie due à une existence souterraine; chez les Cirripèdes et les Tuniciers par l'inertie due à la fixation au sol. La simplification de l'organisme a été, chez les Tuniciers, accentuée par la progénèse et est arrivée au point de permettre l'apparition du bourgeonnement. Ce dernier a conduit à la constitution d'organismes complexes (*colonies, cormus*, etc.) reproduisant, à cause de la communauté des conditions d'existence, un grand nombre des traits des Phytozoaires. Ces organismes nouveaux ou *ascidiodèmes* étant à leur tour affectés de tachygénèse, il en est résulté la série de phénomènes longtemps considérés comme si exceptionnels que l'on désignait sous le nom de *génération alternante* chez les Tuniciers. Je me suis efforcé de montrer comment ces phénomènes rentraient dans les lois les plus générales de la Biologie. En un mot, en étudiant les deux groupes des Acrâniens et des Tuniciers, où toutes les lois qui se dégagent de l'histoire des Invertébrés trouvent de si fécondes applications, j'ai fait tout ce qui dépendait de moi pour substituer partout le *bon sens* et une *méthode* rigoureuse aux conceptions métaphysiques, aux mystères et aux *opinions* aussi gratuites que personnelles par lesquels on a réussi à obscurcir le fond relativement simple de la morphologie animale.

» Le prochain et dernier fascicule exposera l'histoire des *Vertébrés*. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Nouvelles recherches sur l'argon et ses combinaisons.* Note de M. **Berthelot**.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie les résultats de nouvelles recherches sur l'argon. Ces recherches ont été exécutées avec un nouvel échantillon de ce gaz, que M. Ramsay a eu la grande obligeance de me donner : je dois d'abord lui en adresser mes remercîments.

» Cet échantillon était renfermé dans une bouteille bien close; il occupait 690^{cc} à la température ordinaire; soit 650^{cc}, réduit à l'état sec, à 0°

et 760^{mm}. Malheureusement, il était fort loin d'être pur. En effet, il contenait 30 pour 100 d'azote (exempt d'oxygène); ainsi que je l'ai reconnu dans trois essais, l'azote étant absorbé dans les deux premiers en le combinant avec l'oxygène, en présence de la potasse concentrée, sous l'influence d'une série d'étincelles électriques. La réaction a duré une première fois quinze heures, en donnant une absorption de 30 centièmes. Une seconde fois, vingt-quatre heures, avec absorption de 30,6. Le troisième essai, exécuté en faisant agir l'effluve sur un mélange gazeux d'argon et d'éther glycolique (pseudoxyde d'éthylène), l'un des meilleurs absorbants de l'azote, a donné une absorption de 29,5 centièmes, j'ai donc disposé de 455^{cc} d'argon.

» La nécessité de purifier ainsi l'argon de son mélange avec l'azote a rendu mon travail très pénible, mon outillage ne me permettant pas d'opérer à la fois sur plus de 100^{cc} à 120^{cc} du mélange dont je disposais, additionné d'oxygène dans la proportion convenable (2^{vol} pour 1^{vol} d'azote), soit en tout 200^{cc} environ; chaque opération durant de quinze à vingt-quatre heures, avec un courant continu d'étincelles multiples, fournies par une bobine d'induction, alimentée par six accumulateurs (12^{volts},6). En raison de ces difficultés je n'ai pas poussé mes essais aussi loin que je l'avais projeté. Cependant les faits que j'ai observés ajoutent un certain nombre de points à nos connaissances sur les propriétés de l'argon et sur les actions de l'effluve : j'ajouterai qu'ils ont été obtenus en dehors de toute opinion théorique préconçue. Je les présenterai dans l'ordre suivant :

» Essais relatifs à l'action de l'argon sur divers composés organiques;

» Essais spéciaux sur la benzine;

» Essais sur le sulfure de carbone.

» Je poursuis ces essais relativement à l'action de l'argon sur les métaux, et spécialement sur les métaux renfermés dans les minéraux dont M. Ramsay a réussi à extraire l'argon et l'hélium. Mais cet ordre d'expériences exige des appareils disposés autrement : j'y reviendrai.

» Donnons d'abord quelques détails sur la marche et le dispositif des expériences. Après avoir soumis à une nouvelle vérification mes travaux relatifs à la benzine et au sulfure de carbone (*Annales de Chimie et de Physique,* 7e série, t. VII, p. 5; 1896), vérification rapportée plus loin, j'ai mis en œuvre des composés carbonés choisis dans diverses séries. Les expériences ont été faites avec mes tubes à effluve de différentes dimensions, décrits et figurés précédemment. On a opéré, sous la pression atmosphérique et vers la température de 20° :

» 1° Sur les mélanges d'argon avec les gaz, ou corps gazéifiables à la température ordinaire;

» 2° Sur l'argon mis en présence de liquides offrant une tension de vapeur suffisante. Quant aux corps solides, ou doués d'une très faible tension, leur réaction sur l'azote se fait beaucoup moins bien, comme je l'ai dit ailleurs, et je n'ai pas cru utile de les mettre en jeu.

» J'opère sur un volume d'argon compris entre 5^{cc} et 10^{cc}, volumes qu'il n'est pas utile de dépasser dans les tubes à effluve, en raison de la faible capacité de l'espace annulaire où s'opère l'action, entre deux tubes distants de $0^{mm},5$ à $0^{mm},2$ au plus. La rapidité des effets dépend à la fois de cette distance, de la surface des tubes à effluve et de la tension électrique. On doit éviter les tensions trop fortes, les pluies de feu notables et les échauffements correspondants. Quand on fait réagir un liquide, son volume doit demeurer, en général, voisin de 1 à 2 dixièmes de centimètre cube, ce qui représente d'ailleurs un poids équivalent considérable par rapport à celui de l'argon gazeux, tout en maintenant négligeable l'action dissolvante que ce liquide serait susceptible d'exercer sur l'argon, gaz dont la solubilité dans les dissolvants est un peu plus forte que celle de l'azote, c'est-à-dire faible.

» Ces liquides se transforment d'ailleurs, pour la plupart, en dérivés solides polymérisés dans le cours de l'expérience, ce qui annule toute action dissolvante.

» La bobine Ruhmkorff employée pour développer l'effluve, est celle de 40^{cm} de longueur, avec bouteille de Leyde; elle est alimentée par trois ou six accumulateurs ($6^{volts},3$ à $12^{volts},6$). La distance limite des étincelles extérieures est fixée à 6^{mm} ou 8^{mm}.

» J'ajouterai que la technique de ce genre d'expériences est délicate et demande à être étudiée à l'avance sur l'azote, les réactions variant avec les tensions électriques, la température développée et diverses autres circonstances.

» Les expériences exécutées d'abord avec l'argon purifié par l'action de l'oxygène, comme il a été dit, ont été répétées toutes avec cet argon purifié, puis ayant déjà subi ultérieurement l'action simultanée de l'effluve et d'un premier composé organique, ce qui l'aurait débarrassé des dernières traces d'azote, à supposer qu'il en restât encore.

I. Essais relatifs a l'action de l'argon sur divers composés organiques.

» L'expérience conduit à partager les composés hydrocarbonés, avec lesquels j'ai opéré, en trois groupes :

» Série grasse ou saturée;

» Série benzénique;

» Séries cycliques diverses.

» Je commencerai par la série grasse, dont les résultats négatifs ne feront que mieux ressortir les résultats positifs obtenus avec la série benzénique. Après la réaction, on mesure le gaz restant, on y ajoute de l'oxygène et, s'il y a lieu, un peu de mélange tonnant. On fait détoner dans l'eudiomètre, puis on absorbe l'acide carbonique et l'excès d'oxygène, avec les précautions convenables, et l'on mesure le résidu, qui est constitué par l'argon non combiné.

A. *Série grasse.*

» 1. *Éthylène,* C^2H^4 (100^{vol}) *et argon* (106^{vol}), *à volumes égaux, vingt-quatre heures.* — Le mélange a diminué de volume, tout en restant supérieur à celui de l'argon. L'analyse eudiométrique a montré qu'il s'était produit de l'hydrogène (43^{vol}), mélangé avec une petite quantité de formène (4^{vol}), ou d'éthane (2^{vol}) équivalent. Absorption d'argon, exactement nulle. Au cours de l'expérience, sous la pression atmosphérique, il n'apparaît pas de luminescence visible en plein jour. La nuit, lueur jaune le soir, puis bleuâtre, où le spectroscope à vision directe ne distingue pas de raies.

» 2. *Éther glycolique* (130^{vol}) *et argon* (100^{vol}), *vingt heures.* Il s'est produit de l'hydrogène (26^{vol}) et du formène ($2^{vol},4$). Absorption de l'argon, nulle. Pas de luminescence diurne.

» *Éther glycolique* 500^{vol} + *argon* 100^{vol}. Gaz produit, $H^2 = 125^{vol}$; $CH^4 = 9^{vol},3$; $CO = 4^{vol},6$; absorption de l'argon nulle. Pas de luminescence diurne.

3. *Aldéhyde* gazeux, C^2H^4O, 167^{vol} + *argon* 100^{vol}; vingt-trois heures. Gaz produit : $H^2 = 78$; $CO = 20$; $CH^4 = 7$. Absorption de l'argon nulle. Pas de luminescence diurne.

» 4. *Acétone,* C^3H^6O liquide + *argon* 100^{vol}. Gaz produit $H^2 = 120$; $CO = 1,5$; $CH^4 = 13$. Absorption de l'argon nulle. Pas de luminescence diurne.

» 5. *Amylène,* C^5H^{10} liquide avec forte tension de vapeur + *argon.* Gaz produit : hydrogène et carbures. Absorption de l'argon nulle. Pas de luminescence diurne.

» 6. *Éther de pétrole.* Carbures C^nH^{2n+2} très volatils + *argon;* vingt-quatre heures. Absorption de l'argon nulle. Pas de luminescence diurne.

» Voici maintenant quelques composés azotés.

» 7. *Propionitrile,* C^3H^5Az liquide + *argon* 100^{vol}. Gaz obtenus : $H^2 = 43$; $CO = 3$; $CH^4 = 34$.

» Absorption de l'argon nulle, en admettant qu'il n'y ait pas dégagement d'azote. Pas de luminescence diurne.

» 8. *Sulfocyanure d'allyle,* C^4H^5AzS liquide + *argon.* Absorption nulle. Pas de luminescence diurne.

» 9. *Amylamine,* $C^5H^{13}Az$ liquide + *argon* 100^{vol}. Il s'est développé une odeur de pipéridine. Gaz obtenus : $H^2 = 224$; $CH^4 = 24$; $Az^2 = 15$. Il y a eu dégagement d'azote, auquel on a attribué tout l'accroissement de volume du résidu incombustible. Pas de luminescence diurne.

B. — *Série benzénique.*

» La marche des expériences et des analyses est exactement la même. Toutes ont donné une absorption d'argon plus ou moins sensible dans tous les cas, la bobine étant alimentée par des tensions de 6 à 12 volts. On voit apparaître le jour, *seulement au bout de plusieurs heures,* c'est-à-dire *par suite du développement d'une réaction lente et progressive* entre l'argon et la vapeur organique, une luminescence continue spéciale, verte, plus ou moins intense, indépendante de la pluie de feu, qu'il vaut mieux éviter.

» Cette luminescence se développe dans les gaz *sous la pression atmosphérique*. Elle est *visible en plein jour* dans presque tous les cas. Le spectroscope à vision directe y distingue les raies de l'argon, du mercure, du carbone et de l'hydrogène : le tout conformément à mes observations publiées il y a trois ans, sur la benzine, et que j'ai reproduites sans difficultés. Voici le détail de ces nouveaux essais, tous exécutés en présence de l'argon.

» 1. *Benzine,* C^6H^6. — Le détail en sera donné dans la IIIe Partie du premier Mémoire. Bornons-nous à rappeler que, dans les analyses, il est nécessaire d'éliminer à la fin, par combustion eudiométrique, la vapeur de benzine en excès.

» Le volume d'argon absorbé a été trouvé, en faisant varier les conditions de durée, de tension, de masse relative, etc., dans différents essais, égal à 8 centièmes, à 7; à 6,5; à 5; à 3 centièmes, etc., résultats du même ordre de grandeur que mes précédents (*Annales de Chimie et de Physique,* 7e série, t. VII, p. 24).

» 2. *Toluène,* C^7H^8. — Luminescence diurne verte très nette, pareille à celle de la benzine, avec le même spectre; quoique plus faible, surtout au début. Absorption de l'argon : 2 à 3 centièmes.

» 3. *Cymol*, $C^{10}H^{14}$. — Luminescence diurne verte, faible. Absorption de l'argon : 6 centièmes.

» 4. *Térébenthène* récemment rectifié, $C^{10}H^{16}$. — Luminescence d'abord blanchâtre, puis verdâtre faible, au moment du crépuscule, moment où la lumière du jour est assez affaiblie pour rendre plus manifeste la luminescence. Spectre correspondant. Le volume de l'hydrogène dégagé, faible. Absorption de l'argon : 2 centièmes.

» 5. *Éther méthylphénique* (anisol), $C^{7}H^{8}O$. — La luminescence diurne verte apparaît au bout d'une heure, très belle, quoique plus faible qu'avec la benzine. Même spectre. Absorption de l'argon : 5 centièmes au bout de vingt-quatre heures.

» 6. *Phénol*, $C^{6}H^{6}O$ cristallisé. — Lueur verte très faible, visible au crépuscule. Absorption de l'argon : 2 à 3 centièmes, expérience répétée deux fois.

» 7. *Aldéhyde benzoïque*, $C^{7}H^{6}O$. — Mêmes observations. Absorption d'argon : 1 à 2 centièmes.

» 8. *Aniline*, $C^{6}H^{7}Az$. — Luminescence verte, plus faible qu'avec la benzine. Absorption d'argon : 1 centième ([1]).

» 9. *Sulfocyanure de phényle*, $C^{7}H^{5}AzS$. — Luminescence faible, mais réelle. Absorption de l'argon, 2 centièmes.

» 10. *Benzonitrile*, $C^{7}H^{5}Az$. — Très belle luminescence verte, se produisant rapidement. Spectre bien accusé avec le spectroscope à vision directe. Absorption de l'argon : 5,3 centièmes.

» On voit que la benzine et ses dérivés développent avec l'argon la luminescence diurne caractéristique, avec une intensité d'autant plus grande que leur tension de vapeur est plus considérable ; le phénomène étant à peine marqué avec le phénol, l'aldéhyde benzoïque et le sulfocyanure de phényle ; un peu plus avec le cymol et l'aniline, mais surtout éclatant avec la benzine, le toluène, le benzonitrile et l'anisol. Cette luminescence est corrélative d'une absorption d'argon, surtout nette avec les corps les plus volatils.

» Le contraste de ces résultats avec ceux que fournit la série grasse montre qu'il s'agit d'un composé particulier, propre à la série benzénique, c'est-à-dire d'un *phénylemercurargon*, doué d'une faible tension, et limité dans sa formation à la fois par la tension de vapeur, propre au composé phénylique qui le fournit, et par des conditions complexes de stabilité propre et de dissociation.

([1]) En admettant qu'il n'y ait pas d'azote dégagé.

» On remarquera que les composés de la série grasse et ceux de la série benzénique ont été comparés en deux groupes parallèles, répondant aux mêmes fonctions :

Carbures.

Éthylène. Amylène. Hydrures forméniques.	Benzine. Toluène. Cymol. Térébenthène.

Dérivés alcooliques.

Éther glycolique. Sulfocyanure d'allyle.	Phénol. Anisol. Sulfocyanure de phényle.

Aldéhydes.

Aldéhyde éthylique. Acétone.	Aldéhyde benzoïque.

Alcalis.

Amylamine.	Aniline.

Nitriles.

Nitrile propionique.	Nitrile benzoïque.

» Le contraste entre les résultats fournis par les deux séries est manifeste, tant comme absorption, laquelle résulte de mesures délicates, que comme luminescence, caractère qualitatif qui frappe tous les yeux, surtout avec les corps suffisamment volatils.

» Il y a là une évidence, indépendante de toute mesure et facile à montrer dans un enseignement public.

» Venons à la troisième série d'essais.

Série C. — *Composés cycliques.*

« 1. *Furfurol,* $C^5H^4O^2$. — Absorption d'argon incertaine. Lueur visible à l'heure du crépuscule, avec un spectre spécial, perceptible au spectroscope à vision directe.

» 2. *Thiophène,* C^4H^4S. — Absorption d'argon atteignant 3 centièmes et 2,5 (deux essais). Lueur verdâtre visible la nuit, avec spectre spécial perceptible au spectroscope à vision directe.

» 3. *Pyrrol,* C^4H^5Az. — Absorption incertaine. Lueur faible.

» 4. *Pyridine*, C^5H^5Az. — Absorption d'argon, 2 centièmes (2 essais). Luminescence notable au crépuscule, avec spectre spécial.

» Ces résultats paraissent les indices d'une formation, moins marquée à la vérité, de composés analogues au dérivé phénylique.

II. — Essais relatifs a l'action de l'argon sur la benzine.

« Je me suis proposé de rechercher à quel moment l'absorption de l'argon avait lieu; si c'était en présence de la benzine liquide, ou bien au moment où sa polymérisation devenait totale, ou bien en présence du polymère déjà formé; j'ai recherché également si la luminescence persistait en présence d'un grand excès de benzine et d'une réaction longtemps continuée; enfin si le polymère formé avec absorption d'argon pouvait régénérer le composé lumineux, après que le système avait cessé de devenir lumineux immédiatement par l'effluve, celle-ci ayant été interrompue pendant un temps plus ou moins long, sans que l'état du système ait subi aucun autre changement.

» Dans tous les cas, les dosages d'argon ont été faits en détruisant d'abord la vapeur de benzine et autres corps carbonés par détonation eudiométrique, etc.

» 1. Argon. Benzine liquide prise sous un volume égal au dixième du volume de l'argon gazeux, c'est-à-dire en excès. La luminescence spécifique apparaît au bout de deux heures, la benzine liquide subsistant en quelque dose, quoique en grande partie détruite. Après destruction de sa vapeur par détonation, on a trouvé que l'absorption s'était élevée à 3 centièmes.

» 2. On a ajouté quelques gouttes de benzine et prolongé trente-six heures l'action de l'effluve. Luminescence continue; absorption nouvelle, 4 centièmes. En poursuivant dix-sept heures, sans aucune addition de benzine, l'absorption ne s'est accrue que de 1 centième. Soit, en tout, 9 centièmes.

» On voit que l'absorption est devenue manifeste, en même temps que la luminescence, et qu'elle s'est arrêtée vers une certaine limite, qui semble dépendre surtout du rapport entre l'argon et la tension de vapeur du mercure et du phénylemercurargon, c'est-à-dire de la tension de dissociation de ce dernier composé.

» 3. Dans un autre essai, la luminescence étant déjà nette pour une absorption de 5 centièmes d'argon, la limite d'absorption s'est arrêtée vers

7 centièmes; dans un autre, vers 8 centièmes. Ces limites paraissaient liées d'ailleurs avec la tension électrique de l'effluve dans l'espace annulaire.

» La température développée dans cet espace joue certainement un rôle. Quand elle est trop élevée, le composé se détruit, ou, ce qui revient au même, ne se forme pas; ce dont je donnerai des exemples plus nets en parlant du sulfure de carbone.

» 4. Lorsque toute la benzine a été détruite, si l'on prolonge indéfiniment l'action électrique, la luminescence, au bout d'un temps très long, diminue et finit par disparaître, ainsi que je l'avais déjà signalé dans mon précédent Mémoire.

» 5. En opérant avec volumes égaux d'argon gazeux et de benzine liquide, c'est-à-dire avec un énorme excès de cette dernière, la luminescence n'a pas apparu au bout de vingt-deux heures : peut-être parce que l'excès de liquide a retenu le phénylemercurargon en dissolution. L'absorption apparente d'argon s'élevait cependant à 14 centièmes, la majeure partie de la benzine étant polymérisée et changée en dérivé. Cette absorption était, en réalité, la somme de deux effets, l'absorption chimique et la dissolution simple.

» Pour la contrôler, dans des essais approximatifs, j'ai mesuré la solubilité de l'argon, vers 19°, sous une pression de $0^{m},749$, dans le sulfure de carbone et dans la benzine.

» Le sulfure de carbone en a dissous environ 6 centièmes de son volume; la benzine, environ 18 centièmes. Ces chiffres sont donnés seulement comme approximatifs; ils indiqueraient, d'après des essais comparatifs, une solubilité de l'argon égale à une fois et demie à peu près celle de l'azote dans les mêmes dissolvants. Sans les garantir d'une façon absolue, ils montrent que dans les expériences où l'on emploie $0^{cc},1$ à $0^{cc},2$ de benzine ou de sulfure de carbone liquides, avec 5 à 10^{cc} d'argon gazeux, l'action dissolvante proprement dite est négligeable.

» 6. La luminescence verte du phénylemercurargon cesse à l'instant même où l'on arrête le courant électrique. Si l'on opère au moment du crépuscule, après l'extinction l'œil continue à percevoir pendant une fraction de seconde une lueur violette, qui s'efface à son tour, en laissant seulement la teinte jaune permanente du dérivé polymérisé de la benzine, adhérent à la paroi du tube à effluve.

» Si l'on rétablit alors le courant, la teinte verte reparaît aussitôt. Mais après huit heures d'arrêt, il faut quelques minutes, comme si le phényle mercurargon avait été réabsorbé par le corps polymère et exigeait quelque

temps soit pour se reformer, soit pour se redégager. La lueur reparaît tantôt depuis le bas, où se trouve la surface du mercure, tantôt au contraire depuis la partie supérieure, qui en est éloignée de 20^{cm} à 25^{cm}, pour redescendre peu à peu. Cette diversité montre que la réapparition de la lueur n'est pas liée avec le voisinage du mercure. Elle résulte sans doute de l'inégale épaisseur de la couche annulaire gazeuse, comprise entre les tubes de verre, et de la faculté plus ou moins grande, qui en résulte, pour le passage de la décharge sur un point, ou sur un autre.

» 7. J'avais conservé, sur une cuve à mercure, depuis trois ans, un échantillon d'argon, régénéré par la décomposition de la combinaison qu'il avait formée d'abord avec le sulfure de carbone, puis mis en présence de la benzine et soumis à l'action de l'effluve, jusqu'à formation du phénylemercurargon luminescent; la benzine avait entièrement disparu à cette époque. Aucun changement n'ayant été fait depuis, dans la disposition des appareils et des matières, tant gazeuses que transformées, il m'a paru intéressant de tenter, à l'époque présente, de reproduire la luminescence spécifique. Il a fallu onze heures d'effluve pour la faire reparaître, avec sa lueur émeraude et ses raies spécifiques. On a arrêté alors l'action électrique pendant huit heures, puis recommencé : dix minutes ont suffi cette fois.

» Il résulte de cette expérience que le phénylemercurargon, réabsorbé par le polymère benzénique, et peut-être décomposé à la longue spontanément, à la façon de l'ozone et de l'eau oxygénée, reparaît, lorsque ses éléments constituants sont soumis à une action prolongée de l'effluve.

III. — Essais relatifs a l'action de l'argon sur le sulfure de carbone.

» 1. Argon et sulfure de carbone liquide ($0^{cc},1$). Tension du courant qui agit sur la bobine : $6^{volts},3$. Vingt heures à 22°. Absorption : 7 centièmes. Le composé formé est solide, d'une couleur fauve, sans mélange charbonneux. On en a régénéré par l'action de la chaleur une petite quantité d'argon, reproduisant la luminescence verte avec la benzine, c'est-à-dire le phénylemercurargon caractéristique.

» 2. Un autre essai, opéré dans les mêmes conditions, au bout de six heures, a donné une absorption de 6 centièmes.

» Pour exécuter ces analyses, on suit la méthode que j'ai indiquée, laquelle consiste à absorber la vapeur de sulfure de carbone avec un fragment de potasse, imbibé préalablement d'alcool, puis la vapeur d'alcool par l'acide

sulfurique concentré. J'ai vérifié, par des essais synthétiques, qu'on retrouve exactement après ces essais un volume donné d'argon, saturé de sulfure de carbone. Dans le cas où l'on a ajouté de l'hydrogène, ou bien un composé hydrocarboné, il convient, après l'action de l'acide sulfurique, de traiter le résidu par le mélange tonnant, additionné d'un peu d'oxygène, dans l'eudiomètre.

» 3. Argon et sulfure de carbone. Expérience semblable, *la tension du courant qui agit sur la bobine étant de* $12^{\text{volts}},6$. Il se produit une pluie de feu très apparente; vingt-quatre heures. Le composé formé est noirâtre et charbonneux; absorption nulle.

» 4. Cette expérience à forte tension a été répétée avec une dose plus notable de sulfure de carbone; elle a également donné lieu à une matière charbonneuse et à une absorption d'argon nulle.

» 5. L'argon non absorbé dans l'essai précédent a été de nouveau additionné de sulfure de carbone et soumis à l'action de l'effluve pendant quelques heures, *la tension du courant étant seulement de* $6^{\text{volts}},3$. Le composé formé est jaune, non charbonneux; absorption, 3 centièmes.

» Ces observations mettent en évidence une circonstance que je n'avais pas aperçue dans mes anciens essais, à savoir la nécessité de ne pas opérer avec des tensions trop fortes et dans des conditions d'échauffement; surtout avec le sulfure de carbone : ce qui s'explique, le composé qui en dérive étant détruit par une température inférieure au rouge, comme il résulte des expériences de régénération.

» Voici maintenant des expériences faites avec le sulfure de carbone mélangé d'hydrogène, ou de corps hydrogénés.

» 6. Argon 100^{vol}; $H^2 = 175$. CS^2 liquide. Au bout de vingt-quatre heures, tout l'hydrogène a disparu. Absorption de l'argon : 10 centièmes.

» J'ajouterai que le sulfure de carbone mêlé d'hydrogène seulement absorbe ce gaz, aussi bien que l'azote, sous l'influence de l'effluve. J'y reviendrai.

» 7. Argon, avec $0^{\text{cc}},1$ d'un mélange de sulfure de carbone et de benzine liquides, à volumes égaux. — Absorption de l'argon : 9 centièmes. Le produit, décomposé par la chaleur au rouge sombre, régénère divers gaz exempts d'argon; ce que fait d'ailleurs également, comme je l'ai dit, le dérivé benzénique.

» J'ai cherché à définir d'une façon plus précise la relation moléculaire qui existe entre l'argon fixé et le sulfure de carbone transformé : pour y parvenir, j'ai opéré sur les deux corps gazeux mélangés, et conformément

à la marche que j'ai déjà suivie pour étudier les fixations d'azote. J'ai agi comparativement avec l'hydrogène, l'azote, l'argon, tous en excès, mis en présence du sulfure de carbone vaporisé dans une atmosphère de ces gaz, sous une pression de $0^m,750$, et à une température voisine de 20° à 22° : conditions dans lesquelles on vaporise, dans 100^{vol} du gaz initial, 60^{vol} à 70^{vol} de sulfure de carbone gazeux.

» J'ai trouvé dans ces conditions les rapports suivants entre les volumes du gaz et du sulfure de carbone gazeux combinés sous l'influence prolongée de l'effluve :

$$2CS^2 \text{ fixe } H^2,$$
$$4CS^2 \text{ fixe } Az^2,$$
$$34CS^2 \text{ fixe Argon}^2.$$

» Avec les systèmes liquides, le rapport de l'argon fixé à son volume total va plus loin, en raison de l'excès du sulfure de carbone.

» Dans tous les cas, il se forme un composé solide, amorphe, de couleur fauve, polymérisé. Mais on ne saurait affirmer que ce composé ne soit pas constitué par un mélange d'un composé défini, avec un excès variable de sulfure polymérisé. En un mot, deux actions développées par l'effluve se poursuivent parallèlement : savoir une combinaison d'hydrogène, ou d'azote, ou d'argon, et une polymérisation (peut-être avec séparation de soufre) du sulfure de carbone. Rien ne prouve que le second phénomène soit négligeable, ni même connexe avec la combinaison : pas plus que la formation de l'ozone ne l'est avec la formation de la vapeur nitreuse sous l'influence de l'effluve, aux dépens d'un mélange d'azote et d'oxygène, tel que l'air atmosphérique. Sans doute, les deux réactions sont simultanées avec les fortes tensions électriques; mais l'ozone se forme seul par des tensions plus faibles. Cette observation, que j'avais faite autrefois [1], a été utilisée, dans ces derniers temps, par l'industrie pour produire de l'ozone exempt de composés nitriques.

» La polymérisation, parfois accompagnée par la séparation partielle de l'un des éléments, constitue l'effet le plus général de l'action de l'effluve sur les composés organiques. J'en ai donné de nombreux exemples dans mes études sur la fixation de l'azote et cet effet apparaît seul pour les mé-

---

(1) *Essai de Mécanique chimique*, t. II, p. 375. — *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XII, p. 442; 1877.

langes de l'argon avec les gaz et corps volatils de la série grasse. Tandis que les deux phénomènes se manifestent à la fois, avec l'argon et les corps de la série benzénique. Dans ce dernier cas, la limite de tension gazeuse à laquelle s'arrête la combinaison est de l'ordre de grandeur qui caractérise l'action de l'effluve pour des phénomènes analogues, tels que la formation de l'ozone aux dépens de l'oxygène, ou la formation des oxacides nitrogénés aux dépens de l'azote et de l'oxygène. Je puis également citer, comme exemple de réactions simultanées, l'acétylène mélangé d'azote; l'acétylène se polymérise beaucoup plus rapidement qu'il ne fixe l'azote, de telle sorte que sa combinaison proprement dite, quoique comparable en principe à celle que forme l'éthylène, se produit en proportion bien plus faible, ou plus exactement renferme une dose relative d'azote bien moins considérable.

» La résistance que l'argon oppose à son entrée en combinaison permet à la transformation propre du sulfure de carbone de se poursuivre plus rapidement. Les réactions pyrogénées et les réactions d'oxydation, dans les études de Chimie ordinaire, présentent un grand nombre de phénomènes complexes de cette nature, régis par les rapports variables de vitesse entre plusieurs réactions simultanées.

» En tous cas, on remarquera la différence qui existe entre les fixations d'azote sur les composés organiques, sous l'influence de l'effluve électrique, — fixations qui ont lieu, au contraire, de préférence, c'est-à-dire plus abondamment, sur les corps de la série grasse, d'après mes expériences, — et les fixations d'argon, qui ont lieu au contraire de préférence sur les composés benzéniques.

» Quelque chose d'analogue semble exister pour les combinaisons comparées de l'azote et de l'argon avec les métaux. Les métaux alcalins absorbent l'azote assez aisément, mais ne réagissent guère sur l'argon. Tandis que l'existence de certains minéraux, susceptibles de dégager de l'argon (ou de l'hélium), sous l'influence des acides ou de la chaleur seule, paraît établir l'existence réelle de certains composés, tels que des *argonures,* dérivés de métaux rares et de catégories spéciales.

» Ces argonures fourniraient seulement de l'argon libre et de l'hydrogène sous l'influence des acides; au même titre que les antimoniures de zinc et analogues mettent à nu de l'hydrogène libre et de l'antimoine précipité, l'antimoniure d'hydrogène se décomposant aussitôt et spontanément, en raison de son caractère fortement endothermique ($-86^{Cal},8$), attesté par mes mesures. Si cet antimoniure d'hydrogène ne laissait pas déposer sur sa route, dans le cours même de son dégagement à la température ordi-

naire, un métal facile à voir et à reconnaître, son existence aurait été méconnue. La même considération paraît applicable à l'existence de l'argonure d'hydrogène. Ajoutons enfin que l'existence de semblables argonures, à la dose de quelques millièmes seulement, dans les minéraux qui dégagent de l'argon concorde avec la difficulté d'obtenir les argonures hydrocarbonés, autrement qu'à l'état de petites quantités relatives. Les argonures métalliques naturels, dont l'existence ne paraît pas contestable, n'ont dû se former dans la nature que dans des conditions exceptionnelles, et comme les représentants peu stables de réactions complexes : les éléments de cet ordre contractant en général de préférence des combinaisons endothermiques et par voies indirectes. »

GÉOGRAPHIE. — *Sur les travaux géographiques et cartographiques exécutés à Madagascar par ordre du général Gallieni, de* 1897 *à* 1899; par M. **Alfred Grandidier**.

« Le général Gallieni, qui vient de rentrer en France après avoir exercé pendant trente-deux mois les hautes fonctions de gouverneur général de Madagascar, ne s'est pas seulement occupé de pacifier et d'organiser notre nouvelle colonie, qu'il a trouvée en plein état d'anarchie et de rébellion et où, en peu de temps, par une ferme et intelligente administration, il a obtenu des résultats vraiment extraordinaires. Tout le monde sait qu'au début de sa brillante carrière il a été l'un des premiers explorateurs du Soudan occidental et que son long séjour à Ségou-Sikoro a été aussi utile à la Géographie et à l'Ethnographie qu'à l'expansion de notre influence. Convaincu plus que jamais, après ses longues campagnes dans nos colonies africaines et asiatiques que la Science seule peut utilement ouvrir la voie aux entreprises coloniales, dès son arrivée à Madagascar, il a de suite organisé l'exploration méthodique et raisonnée des diverses provinces de manière à nous les faire connaître à tous les points de vue et à nous renseigner aussi complètement et aussi vite que possible sur leurs ressources.

» Ses efforts ont porté d'abord sur l'établissement d'une Carte de Madagascar, qui, en 1896, était encore à peine ébauchée; une Carte précise et détaillée est, en effet, la base indispensable de toute étude sérieuse d'un pays, de toutes recherches, de toute exploration.

» La province centrale avait été, avant notre conquête, triangulée et levée avec soin, mais le reste du pays n'était traversé que par quelques

itinéaires dont l'exactitude laissait à désirer et que circonscrivaient de vastes espaces encore inexplorés. Le 1er novembre 1896, le général a réorganisé sur de nouvelles bases, avec l'aide de son chef d'État-Major le lieutenant-colonel Gérard, le Service géographique de Madagascar, qui avait été installé à Tananarive quelques mois auparavant, et qui est devenu l'un des bureaux de l'État-Major sous la dénomination de *Bureau topographique*. Ce bureau est chargé tout à la fois de la triangulation de la grande île et de l'établissement de sa Carte définitive, ainsi que des productions photographiques et des gravures ou lithographies utiles pour faire connaître notre nouvelle colonie sous ses divers aspects ethnographique, botanique et agricole, minier, etc.; il est dirigé depuis deux ans avec beaucoup de zèle par le capitaine Mérienne-Lucas, de l'infanterie de marine, qui a dressé les nombreuses Cartes envoyées par le général Gallieni à l'Institut (1).

» Un Mémoire manuscrit de quarante pages in-folio, accompagné d'une Carte à $\frac{1}{1000000}$ également manuscrite, qui donne l'état actuel de la triangulation de premier ordre à Madagascar, ainsi que les Tableaux où sont inscrites les coordonnées géographiques des sommets de tous les triangles mesurés par les RR. PP. Roblet et Colin et par les officiers géodésiens, Mémoire et Tableaux que le général Gallieni m'a chargé de déposer dans la Bibliothèque de l'Institut, contiennent des renseignements très intéressants sur les travaux exécutés jusqu'à ce jour et sur les résultats obtenus; je demande à l'Académie la permission de les résumer.

» Le système de projection adopté pour l'établissement de la Carte est le même que celui employé au Dépôt de la Guerre, c'est-à-dire la projection de Flamsteed modifiée par le colonel Bonne, qui convient fort bien à l'île de Madagascar à cause de sa forme allongée dans le sens du méridien. Le développement se fait suivant le 50e grade de longitude est et le 21e grade de latitude sud; ces deux axes passent à peu près par le centre de figure. A l'inverse des Cartes de France, la concavité des parallèles est naturellement tournée vers le pôle sud. Les échelles sont différentes suivant la valeur et le nombre des documents que possède le Bureau topographique; pour la région centrale et orientale comme pour la province de

(1) 12 feuilles de la Carte au $\frac{1}{100000}$ (Tiakoderaina, Anjozorobé, Ambohidrabiby, Analabé, lac Itasy, Arivonimamo, Tananarive, Moramanga, Soavinandriana, Ramainandro, Andramasina, Beparasy), 3 feuilles de la Carte au $\frac{1}{500000}$ (Ankavandra, Morondava, Soavinandriana) et 1 Carte générale de Madagascar à $\frac{1}{2500000}$.

Diego-Suarez, on emploie le $\frac{1}{100000}$; pour le reste de l'île, qui est encore très peu connu, on se contente d'une Carte provisoire à $\frac{1}{500000}$, qui comprendra 32 feuilles de 35^{cm} sur 33^{cm}, tandis que celle à $\frac{1}{100000}$ en aura 508, représentant chacune une surface de 48^{km} sur 30^{km}.

» Dans un pays comme Madagascar où, en raison de la constitution géologique du sol, les variations incessantes de la déclinaison en des points très voisins en latitude, et même quelquefois en un même lieu, atteignent jusqu'à quatre grades, l'agencement des levés et itinéraires à la boussole des divers explorateurs pour la construction de la Carte présentait une véritable impossibilité, et il était indispensable de compléter et rectifier par une triangulation sérieuse la série des coordonnées déjà connues.

» Pendant la colonne de 1895, les capitaines Bourgeois et Peyronel avaient relié Majunga à Andriba (*Comptes rendus*, 24 mars 1897). A partir de 1897, on a conduit les chaînes géodésiques suivant les deux axes de l'île, et la ligne télégraphique Tamatave-Tananarive-Majunga a permis des déterminations exactes de longitude et a facilité le placement de points astronomiques.

» Cette même année, le R. P. Colin a prolongé la triangulation de l'Imerina jusqu'à Andriba (*Comptes rendus*, 7 novembre 1898) et l'a étendue dans l'est pour la raccorder avec les travaux que poursuivaient les brigades topographiques entre Ambatondrazaka-Tamatave-Andévorante, et qui s'appuyaient sur une base parallèle à la mer, mesurée trois fois par deux groupes d'observateurs différents, près d'Ankarefo, à l'aide d'un ruban d'acier; ces trois mesures ont présenté les écarts suivants autour de la moyenne, $5082^m,13$: première mesure, $+0^m,26$; deuxième mesure, $-0^m,25$; troisième mesure, $+0^m,08$. En 1898, on a poussé le réseau d'Ambatondrazaka jusqu'à Tananarive; le côté Tananarive-Lohavohitra, calculé d'après la base d'Ankarefo, a une longueur de 41312^m, et de 41311^m d'après la base d'Ialamalaza (du R. P. Roblet), soit seulement 1^m d'écart, ce qui est très satisfaisant.

» Le R. P. Colin a accompli, en 1898, une mission dans l'ouest, pendant laquelle il a rectifié de nombreuses positions astronomiques (*Comptes rendus*, 20 mars 1899).

» Quant aux brigades topographiques, elles ont jeté un réseau de triangles le long de la partie sud du grand axe de Madagascar, de Fianarantsoa à Fort-Dauphin, avec une traverse nord-est-sud-ouest d'Ihosy à Tuléar (1);

(1) Au delà du sommet d'Andrambo, où l'on a vérifié la latitude et l'azimut, on n'a pu déterminer que quelques positions astronomiques isolées.

cette partie de la triangulation est appuyée sur deux bases, l'une provisoire mesurée près de Fort-Dauphin, l'autre longue de $9537^{m},71$ mesurée dans l'Horombé, où l'on a fait les observations nécessaires de latitude et d'azimut. La valeur du logarithme du côté Tananarive-Lohavohitra, calculé à l'aide de la longueur de la base d'Horombé et du réseau sud de Tananarive, est identique, à la sixième décimale près, à celle trouvée en partant de la base d'Ankarefo. A Fort-Dauphin, la vérification se fait pour quatre décimales avec le logarithme de la base provisoire.

» Pour 1899, le programme des brigades géodésiques comporte l'exécution d'un réseau reliant la région d'Ambatondrazaka à Diego-Suarez. On s'occupe aussi de compléter la triangulation commencée, en 1892, par le R. P. Colin entre Tananarive et Andévorante, et d'élucider la question du raccord à Andriba des réseaux du P. Colin et du corps expéditionnaire de 1895, qui présentent en ce point une discordance de 20^{km} en longitude.

» L'ossature de la triangulation de Madagascar va donc être tout prochainement complète dans ses grandes lignes. La persévérance et l'habileté déployées par les officiers chargés par le général Gallieni de cet important et difficile travail ont été couronnées d'un plein succès. En moins de trois années, ils ont mesuré des chaînes de triangles dont le développement dépasse 1400^{km}; ce sont, d'une part, les RR. PP. Roblet et Colin, et, d'autre part, les capitaines Gros, Durand, Dumézil, Lallemand, Maire, Vallet, Prévost, Hellot et le lieutenant Maritz qui ont mené à bien ce grand et utile travail, dont il n'est que juste de les louer.

» Les rectifications apportées aux anciennes coordonnées de certains des points principaux changent très notablement la délinéation des côtes du sud-est et de l'ouest.

Signaux.		Latitude S.	Longitude E.	Différences entre les anciennes et les nouvelles coordonnées en latitude.	en longitude.	Autorités.
Tamatave (clocher, église catholique)		18°. 9′.28″,4	47°. 3′.39″,1	−0′. 7″,5	− 1′.35″,9	Capitaine Durand
Andévorante (angle nord-ouest de la maison du commandant)		18.57.32	46.44.29,6	−0.28	− 2.46(?)	Capitaine Gros
Fort Dauphin (mamelon; origine de la triangulation des ingénieurs hydrographes.	Écart avec les coordonnées des ingénieurs hydrographes..	25. 1.51,6	44.38.26,2	−0. 3,7	−11.19,5	Capitaine Dumézil
	Écart avec celles des Anglais....	»	»	»	−18.14	Capitaine Dumézil

Signaux.	Latitude S.	Longitude E.	Différences entre les anciennes et les nouvelles coordonnées en latitude.	en longitude.	Autorités.
Mevatanana (mât du pavillon du port)........	° ′ ″ »	° ′ ″ 44.27.49	′ ″ »	′ ″ — 3.11	R. P. Colin
Majunga (à 30m au sud du pilier méridien).......	15.43.24,2	43.56.36	»	— 1.59	R. P. Colin
Tamboharano............	17.30. 3	41.47.46	»	+11.31	R. P. Colin
Maintirano.............	18. 9 54	41.42.45	+0.44	— 0. 5	R. P. Colin
Benjavilo.............	18.59.57	41.53. 0	—3.48	— 0.55	R. P. Colin
Tsimanandrafozana.....	19.47.30	42. 4.30	—0.10	— 3.45	R. P. Colin
Morondava...........	20.17.21	41.56.45	—0.54	+ 0.30	R. P. Colin

» Pendant que les officiers géodésiens poursuivaient les travaux de triangulation dont nous venons de donner un aperçu, d'autres officiers ont fait le levé topographique entre Tamatave et Ambatondrazaka, d'une part, et Tamatave et Andévorante, d'autre part. Le Bureau de l'État-Major a assemblé et condensé les très nombreux levés à la planchette du R. P. Roblet et les a complétés à l'aide des reconnaissances exécutées par les lieutenants Rocheron et de Cointet dans le district d'Ankavandra; par le lieutenant Maritz entre Andriba et Vohilena, entre l'Ikopa, la Betsiboka et la Mahajamba, et à l'ouest du Cercle de Betafo; par le lieutenant de Pierrebourg sur la côté orientale, et surtout par le lieutenant Gaudaire, qui a exécuté des levés non seulement dans l'est et au nord de Tananarive, mais aussi dans le pays des Sakalaves, d'où il a rapporté des documents assez considérables pour permettre l'établissement d'une Carte sérieuse de ces régions à $\frac{1}{500000}$.

» Des missions organisées avec les Officiers du Corps d'occupation ont, en outre, parcouru le pays dans toutes les directions. Je citerai celles du lieutenant Boucabeille de Tananarive à Diego, du lieutenant Duruy de Tsaratanana à Nosy-Bé, du capitaine de Thuy sur le Mangoky, du capitaine Lefort dans le sud, etc., qui ont été fécondes en résultats de toutes sortes, géographiques, ethnographiques, météorologiques, zoologiques, botaniques, géologiques, agricoles, etc.

» Ces résultats sont consignés dans une très utile et très instructive publication mensuelle, imprimée à Tananarive sous le nom de *Notes, Reconnaissances et Explorations,* dont il a paru deux volumes en 1897 et deux en 1898; ces derniers que le général Gallieni a fait déposer dans la bibliothèque de l'Institut, ne contiennent pas moins de 1600 pages et plus de

100 Cartes ou Planches, exécutées à Madagascar même ([1]), et mettent promptement, à la portée de tous, les documents d'ordre scientifique et pratique rassemblés sur notre colonie.

» Le *Guide de l'immigrant à Madagascar* (3 vol. in-8, avec Atlas de 24 Cartes), qui donne une description très détaillée de l'île sous tous les rapports (histoire, géographie, organisation, industrie et commerce, culture, colonisation, voies de communication, hygiène, législation), jette aussi une vive lueur sur les productions naturelles et les ressources de notre colonie et témoigne de l'énorme travail accompli en deux ans et demi dans notre nouvelle colonie sous la féconde et intelligente direction du général Gallieni.

» L'œuvre scientifique dont nous venons de donner un trop court aperçu et qui ouvre très heureusement la voie à la colonisation de Madagascar est d'autant plus remarquable que ceux qui y ont collaboré avec un zèle et une persévérance très dignes d'éloges ont eu à lutter contre les plus grandes difficultés, exposés à tous les hasards de la guerre et aux rigueurs d'un climat exceptionnellement dur et malsain. »

([1]) Voici la liste des principales Cartes publiées par le Bureau topographique de Madagascar en 1897-1898 : Madagascar d'après Lasalle (1785-1789); schématique des immigrations arabes; de Tananarive à Mantasoa et Beparasy; établissements Laborde; Cartes géologiques de l'Ambongo; de Tananarive à Ambatondrazaka; de Kelimafana à Mahanoro, Vatomandry et Tsiazompaniry; de Moramanga à Tsinjoarivo; routes dans le premier territoire militaire en 1898; district d'Ivongo; presqu'île de Masoala; province de Diego; baie de Diego; district d'Ambohimanga; cercles de la Mahavavy, d'Ankazobé, de Moramanga, d'Anjozorobé, d'Ambatondrazaka; itinéraires dans l'ouest; pays Mahafaly; Carte des côtes; Cartes de la pacification de 1896 à 1897 et en 1898; 21 Cartes dressées pour accompagner le rapport d'ensemble sur la pacification, l'organisation et la colonisation de Madagascar, d'octobre 1896 à mars 1899, adressé au Ministre des colonies par le général Gallieni (esquisses ethnographiques; 5 Cartes montrant les progrès successifs de la pacification; 7 Cartes donnant la situation administrative du Nord-Ouest, des deuxième et quatrième territoires militaires, de l'Ouest et du Sud; Cartes des provinces civiles au 1er janvier 1898 et au 1er janvier 1899; Carte des lignes télégraphiques; projet de chemin de fer; Cartes des concessions en octobre 1896 et en mars 1899; Carte indiquant les travaux topographiques au 1er janvier 1899; Carte forestière); enfin 17 Cartes montrant les lots de colonisation levés par les géomètres ou les officiers dans le but de faire connaître *à l'avance* à nos colons les terrains propres à la colonisation.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les acides dialcoylbenzoylbenzoïques et dialcoylbenzylbenzoïques tétrachlorés.* Note de MM. **A. Haller** et **H. Umbgrove.**

« Dans une série de Notes publiées par l'un de nous et M. A. Guyot ([1]), nous avons étudié les acides dialcoylbenzoyl- et dialcoylbenzylbenzoïques et avons montré comment on peut transformer ces composés en dialcoylamidoanthraquinones.

» Les dérivés tétrachlorés correspondants prennent naissance dans les mêmes conditions, présentent dans leur ensemble la même allure, tout en se comportant différemment vis-à-vis de certains agents chimiques.

» *Acide diméthylamidobenzoylbenzoïque tétrachloré :*

$$C^6Cl^4\begin{matrix}\diagup CO.C^6H^4Az.(CH^3)^2\\ \diagdown COOH\end{matrix}.$$

» A un mélange de 100gr de chlorure d'aluminium pulvérisé et de 100gr de diméthylaniline dans 300gr de sulfure de carbone, on ajoute 40gr d'anhydride tétrachlorophtalique. Quand la réaction est terminée, on chasse le sulfure de carbone, et l'on traite l'huile brune, qui reste, par de l'acide sulfurique dilué (50gr de SO^4H^2 dans un litre d'eau). L'acide tétrachloré se sépare sous la forme d'une masse jaune, qu'on lave à l'eau et qu'on dissout dans une solution de carbonate de soude. On décolore la liqueur au charbon animal, on sursature par de l'acide sulfurique, et l'on fait cristalliser le précipité dans de l'alcool.

» Écailles jaunes fondant à 211°. Cet acide est presque insoluble dans l'eau froide, assez soluble dans l'alcool éthylique et l'éther, moins soluble dans l'alcool méthylique.

» Traité par le mélange sulfurico-nitrique, il ne fournit pas de dérivés nitrés.

» *Anhydride acétyl-diméthylamidobenzoylbenzoïque tétrachloré :*

$$C^6Cl^4\begin{matrix}\diagup CO\,C^6H^4Az(CH^3)^2\\ \diagdown CO.O.COCH^3\end{matrix}.$$

» Dans le but de condenser l'acide tétrachloré avec la diméthylaniline pour obtenir la diméthylanilinephtaléine tétrachlorée, on a chauffé un mélange de l'acide et de la base, avec de l'anhydride acétique; mais, au lieu d'obtenir la phtaléine cherchée, on a isolé de petites écailles incolores, fondant à 196°, peu solubles dans l'alcool, solubles dans le benzène, et dont l'analyse conduit à des chiffres qui font de ce corps l'anhydride mixte indiqué plus haut.

([1]) *Comptes rendus,* t. CXIX, p. 205; t. CXXVI, p. 1248 et 1544; etc.

» En substituant, dans cette opération, la diéthylaniline à la combinaison diméthylée, on arrive au même résultat. Cet anhydride a une constitution analogue à celle que possède l'anhydride acétyl-benzoylbenzoïque de M. de Pechmann [1].

» *Éther méthylique :* $C^6Cl^4 \langle {}^{CO\,C^6H^4Az(CH^3)^2}_{CO\,O\,CH^3}$. — On ne réussit pas à préparer cet éther par la méthode ordinaire (saturation par le gaz chlorhydrique d'une solution de l'acide dans l'alcool méthylique). L'acide tétrachloré rentre, sans doute, dans la catégorie des acides difficilement éthérifiables, étudiés par MM. V. Meyer, Wegscheider, etc.

» Nous sommes arrivés à préparer cet éther en traitant l'anhydride acétyl-diméthylamidobenzoylbenzoïque tétrachloré par la quantité calculée de méthylate de sodium. Il se forme, dans ces conditions, de l'acétate de sodium et l'éther méthylique cherché, et non de l'acétate de méthyle et le sel de sodium de l'acide tétrachloré

$$C^6Cl^4 \langle {}^{CO\,C^6H^4Az(CH^3)^2}_{CO\,O\,CO\,CH^3} + CH^3O\,Na = C^2H^3O^2Na + C^6Cl^4 \langle {}^{CO\,C^6H^4Az(CH^3)^2}_{CO\,O\,CH^3}.$$

Cet éther se présente sous la forme de cristaux jaunes, fondant à 167° et donnant, par saponification, l'acide tétrachloré fondant à 211°.

» L'*éther éthylique :* $C^6Cl^4 \langle {}^{CO\,C^6H^4Az(CH^3)^2}_{CO\,O\,C^2H^5}$, prend naissance dans des conditions semblables. Petites aiguilles jaunes, qui se groupent en mamelons et dont le point de fusion est situé à 143°.

» *Acide diméthylamidobenzoylbenzoïque tétrachloré :* $C^6Cl^4 \langle {}^{CH^2C^6H^4Az(CH^3)^2}_{CO\,O\,H}$. — La réduction de l'acide benzoylé a été faite au moyen de la poudre de zinc et de l'acide chlorhydrique. La liqueur, traitée par du carbonate de soude et filtrée, donne, par l'addition d'acide acétique, un précipité qu'on fait cristalliser dans l'alcool méthylique bouillant.

» Fines aiguilles blanches, fondant à 215°, très solubles dans l'alcool, moins solubles dans l'eau bouillante et dans l'éther.

» *Acide diéthylamidobenzoylbenzoïque tétrachloré :* $C^6Cl^4 \langle {}^{CO\,C^6H^4Az(C^2H^5)^2}_{CO\,O\,H}$. — La préparation de cet acide s'effectue comme celle de l'acide diméthylé. Il se présente sous la forme de cristaux jaunes, fondant à 222°, presque insolubles dans l'eau froide, très solubles dans l'alcool éthylique, moins dans l'alcool méthylique et le benzène.

» Il ne fournit pas de dérivés nitrés au sein du mélange sulfurico-nitrique.

» L'*anhydride acétyl-diéthylamidobenzoylbenzoïque tétrachloré :*

$$C^6Cl^4 \langle {}^{CO\,C^6H^4Az(C^2H^5)^2}_{CO\,O\,CO\,CH^3}$$

prend naissance dans les mêmes conditions que l'anhydride de l'acide diméthylé.

» Écailles incolores, solubles dans le benzène, et fondant à 175°.

---

(1) *Bull. Soc. Chim. de Berlin*, 1881, p. 1866.

» *Éther méthylique* $C^6Cl^4\left\langle\begin{matrix}CO\,C^6H^4Az(C^2H^5)^2\\ COOCH^3\end{matrix}\right.$. — Comme son homologue inférieur, cet éther n'a pu être préparé par éthérification directe. Il prend naissance en faisant agir du méthylate de sodium sur l'anhydride mixte, dissous dans l'alcool méthylique absolu.

» Cristaux jaunes, fondant à 160° et donnant, par saponification, l'acide tétrachloré fondant à 222°.

» L'*éther éthylique* se forme dans des circonstances semblables et se présente sous la forme de cristaux jaunes fondant à 135°.

» En résumé, l'étude de ces acides montre :

» 1° Qu'ils prennent naissance dans des conditions identiques à celles qni permettent de préparer les acides dialcoylamidobenzoylbenzoïques non chlorés;

» 2° Qu'ils diffèrent de ces derniers en ce qu'ils ne sont pas susceptibles d'être éthérifiés directement, par la méthode ordinaire, et qu'ils ne fournissent pas de dialcoylanilines phtaléines quand on essaie de les condenser avec les dialcoylanilines, par l'intermédiaire de l'anhydride acétique;

» 3° Qu'il se forme, dans ces conditions, des anhydrides mixtes acétyldialcoylbenzoylbenzoïques tétrachlorés;

» 4° Que ces anhydrides, traités par les alcoolates de sodium, donnent naissance aux éthers. »

CORRESPONDANCE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le développement des fonctions analytiques de plusieurs variables.* Note de M. **Paul Painlevé**, présentée par M. Darboux.

« Soient $z = x + i\xi = r(\cos\theta + i\sin\theta)$, $w = y + i\eta = \rho(\cos\omega + i\sin\omega)$, deux variables complexes, et soit $F(z, w)$ une fonction analytique de ces deux variables ([1]), holomorphe pour $z = 0$, $w = 0$. La fonction $F(z, w)$ est développable en série de Mac-Laurin :

$$(1)\quad \left\{\begin{aligned} F(z, w) &= \sum_{j=0}^{j=\infty}\frac{1}{j!}\left(\frac{\partial F}{\partial z_0}z + \frac{\partial F}{\partial w_0}w\right)^{(j)} \\ &\equiv \sum_{j=0}^{j=\infty}(a_{0,j}z^j + a_{1,j}z^{j-1}w + \ldots + a_{j,j}w^j) \equiv \sum_{j=0}^{j=\infty}p_j(z, w), \end{aligned}\right.$$

([1]) Tout ce qui va suivre subsiste pour un nombre quelconque de variables.

et l'on sait que la série

(2) $$|a_{0,0}| + |a_{0,1}z| + |a_{1,1}w| + |a_{0,2}z^2| + \ldots$$

est convergente au moins dans un certain domaine $|z| < A$, $|w| < B$.

» Inversement, considérons une série

(1)' $$\sum_{j=0}^{j=\infty} p_j(z, w) \equiv \sum_{j=0}^{j=\infty} (a_{0,j}z^j + a_{1,j}z^{(j-1)}w + \ldots + a_{j,j}w^j),$$

et appelons *série absolue* déduite de (1)' la série (2). Regardons x, ξ, y, η comme les coordonnées d'un point de l'espace à quatre dimensions E_4, et soient D *le domaine de* E_4 *où la série* (1)' *converge*, D_a le domaine où la *série absolue* converge. En général, D *est plus grand que* D_a. Si (z_0, w_0) est un point de D_a, tous les points du domaine D', défini par les inégalités $|z| < |z_0|$, $|w| < |w_0|$, font partie de D_a, et la somme de la série (1)' est une fonction $F(z, w)$ holomorphe dans D'; de plus, a_{00}, a_{01}, a_{11}, ... coïncident avec $F(0, 0)$, $F'_z(0, 0)$, $F'_w(0, 0)$, etc.

» On ne connaît aucun moyen de définir avec précision le domaine D_a (d'après les singularités de F). Mais il est bien aisé de définir le domaine D.

» Posons

$$\frac{w}{z} = t = f_r[\cos(\omega - \theta) + i\sin(\omega - \theta)],$$

et soit

$$F(z, w) \equiv F(z, tz) \equiv F_1(z, t);$$

pour une valeur donnée de t, soit

$$l = H[f_r, (\omega - \theta)]$$

le module minimum des points singuliers de $F_1(z)$; *le domaine de convergence* D *de* (1)' *est défini par l'inégalité* $r < H[f_r, (\omega - \theta)]$, *et la surface limite de* D *par l'égalité* $r = H[f_r, (\omega - \theta)]$.

» Prenons, par exemple, $F = \frac{1}{1 + z^2 - 2w}$, et, donnant à z, w des valeurs *réelles* x, y, déterminons le domaine D dans le plan réel xOy. La série

$$\frac{1}{1 + x^2 - 2y} = 1 + x + (y^2 - x^2) + (y^3 - 2x^2y) + \ldots$$

converge dans l'aire finie comprise entre les deux droites $x = \pm 1$ et les deux paraboles $2y = \pm(1 + x^2)$. L'aire D_a est exactement ici l'aire finie

comprise entre les deux paraboles $2y = \pm (1 - x^2)$; D_a est sensiblement moindre que D [1].

» Quand une série (1) converge uniformément dans un domaine (à quatre dimensions) de E qui comprend l'origine ($z = 0$, $w = 0$), à son intérieur, elle représente une fonction $F(z, w)$ holomorphe à l'origine, et la série *absolue* converge, à coup sûr, dans un certain domaine entourant l'origine. Mais bornons-nous aux valeurs *réelles* x, y, des variables z, w. *Existe-t-il des séries entières* (1)' *ou* $\Sigma p_n(x, y)$, *qui convergent uniformément dans une aire du plan* xOy *entourant l'origine, et telles que la série absolue* (2) *ne converge en aucun point* x_0, y_0 (*en dehors des axes* Ox, Oy)[2]; *autrement dit, telles que la somme* $F(x, y)$ *de la série ne soit pas une fonction analytique de* x, y, *holomorphe à l'origine?* C'est là une question fort intéressante, que je signale en passant, et qui ne me semble pas avoir été étudiée jusqu'ici.

» Revenons à la fonction analytique $F(z, w)$, holomorphe au point $O(z = 0, w = 0)$. Soit (z_0, w_0) ou P un point quelconque de E_4, et L la demi-droite qui joint OP; prolongeons $F(z, w)$ analytiquement le long de OP; si le prolongement n'est pas possible régulièrement jusqu'en P, soit Q ou ($z = a$, $w = b$) la première singularité de F qu'on rencontre sur OP; excluons de E_4 la demi-droite issue de Q et dirigée en sens inverse de QO. Les points restants de E_4 formeront un domaine à quatre dimensions α, qui sera dit *l'étoile de convergence* (*relative à* θ) *de la fonction* $F(z, w)$. Dans les exemples les plus naturels, les singularités de F seront données par une relation analytique entre z et w, et les points exclus de E_4 seront distribués *sur une surface à trois dimensions*, engendrée par une demi-droite (à une dimension) qui dépend de deux paramètres.

» Ceci posé, j'introduis un développement de M. Mittag-Leffler qui représente $\frac{1}{1-z}$ en dehors du segment de droite $(1, +\infty)$; soit

$$(3) \qquad \frac{1}{(1-z)} = \sum_{n=0}^{n=\infty} P_n(z) \equiv \sum_{n=0}^{n=\infty} (\lambda_{0,n} + \lambda_{1,n} z + \ldots + \lambda_{n,n} z^n).$$

---

(1) Si l'on donne à la série la forme $1 + (x^2 - 2y) + (x^2 - 2y)^2 + (x^2 - 2y)^3 + \ldots$, la nouvelle série converge entre les deux paraboles $2y = x^2 \pm 1$; elle diverge donc dans une portion de D.

(2) La réponse me semble devoir être négative, mais je ne l'ai pas démontré rigoureusement. Il est facile de former des séries $\Sigma p_n(x, y)$ qui convergent par exemple sur toutes les droites issues de l'origine, faisant avec Ox un angle commensurable avec π, et qui divergent en dehors de ces droites.

Si, dans les P_n, on remplace z^j par

$$p_j(z, w) \equiv \frac{1}{j!}\left(\frac{\partial F}{\partial z_0} z + \frac{\partial F}{\partial w_0} w\right)^{(j)} \qquad (j = 0, 1, 2, \ldots),$$

la série $\Sigma \Pi_n(z, w)$ *ainsi obtenue converge et représente* $F(z, w)$ *dans toute l'étoile* α. Observons que, si la fonction $F(z, w)$ vérifie une équation aux dérivées partielles, linéaire, homogène, à coefficients constants et où ne figurent que des dérivées de même ordre, *les polynomes* p_j, *et par suite les* Π_n, *vérifient cette équation*. Par exemple, une fonction *harmonique* V des trois variables réelles x, y, z, se trouve ainsi développée en série de polynomes harmoniques, série qui converge dans l'espace réel, sauf sur les demi-droites issues des points singuliers de V et dirigées en sens inverse de l'origine.

» Il est facile de substituer à l'étoile α des étoiles *curvilignes*, comme dans le cas d'une seule variable (*Comptes rendus*, mai 1899).

» J'indiquerai, pour terminer, une question qui se pose dans le cas d'une seule variable et, *a fortiori*, dans le cas de plusieurs variables. Dans le développement (3), choisi une fois pour toutes, remplaçons z^j par $a_j z^j$ $(j = 0, 1, 2, \ldots)$, et soit S la série ainsi obtenue. La condition nécessaire et suffisante pour que S converge uniformément dans une aire comprenant l'origine, c'est que la condition de Cauchy $(\lim \sqrt[j]{|a_j|} < A)$ soit remplie par les a_j; quand il en est ainsi, la somme de S est une fonction $F(z)$ holomorphe à l'origine, et $a_0, a_1, a_2, \ldots$ coïncident nécessairement avec $F(0)$, $\frac{F'(0)}{1}$, $\frac{F''(0)}{2!}$, ... Mais on sait, d'après un résultat de M. Borel, que la série S peut converger uniformément dans une aire B (*n'entourant pas l'origine*), pour des valeurs des coefficients a qui ne satisfont pas à la condition de Cauchy. Il serait donc intéressant de démontrer que deux développements S qui convergent *uniformément*, dans une aire B, vers *la même fonction* $F(z)$, *coïncident* : autrement dit, qu'*un développement* S *qui converge uniformément vers zéro, dans une aire* B, *a tous ses coefficients* $a_0, a_1, \ldots$ *nuls*. »

ACOUSTIQUE. — *Contribution à la théorie des instruments de musique à embouchure*. Note de M. **Firmin Larroque**.

« Il existe deux catégories d'anches. Dans les jeux à anches de l'orgue, dans l'harmonium, la clarinette, le hautbois, le cor anglais, la musette et

le basson, les anches s'ouvrent vers le réservoir à air. Helmholtz les a dénommées *anches en dedans*, pour les distinguer de celles qui s'ouvrent vers l'extérieur de l'instrument, comme les lèvres dans les embouchures des instruments en cuivre, et qu'il appelle *anches en dehors*. Lorsque leur souplesse le permet, les anches en dedans sont susceptibles, si elles sont reliées à un espace d'air limité, de produire des sons moins élevés que leur son propre; les anches en dehors sont, au contraire, susceptibles de donner, dans les mêmes conditions, des sons plus élevés que leur son propre. En ce qui concerne les lèvres, leur faible résistance les rend aptes à donner, sous la pression variable des colonnes d'air vibrantes, des sons plus aigus que leur son propre; mais leur forme et leur tension variable n'entrent en considération que parce qu'elles déterminent le son propre du tuyau qui doit résonner, sans agir en rien sur la hauteur de ce son.

» Dans une colonne d'air vibrante, le lieu du maximum de variation de pression correspond à celui du minimum de la vitesse des molécules d'air. La pression des lèvres sur l'anche, leur tension dans l'embouchure, combinée avec la pression du souffle de l'instrumentiste, déterminent la formation d'un maximum de variation de pression de l'air, qui est l'origine de la colonne vibrante.

» Un tuyau cylindrique dont le diamètre n'est guère supérieur à celui de la tubulure de l'embouchure, ou à la longueur de l'anche (clarinette), rend les sons d'un tuyau fermé à l'endroit de l'embouchure ou de l'anche, en fonctionnant comme un tuyau bouché.

» Lorsque le diamètre d'un tuyau cylindrique est très supérieur à celui de la tubulure de l'embouchure ou à la largeur de l'anche, embouchure ou anche s'adaptent alors au centre d'un disque de fermeture, ce tuyau rend les sons d'un tuyau fermé à l'endroit de l'embouchure ou de l'anche, et fonctionnant comme un tuyau ouvert.

» Lorsque l'embouchure ou l'anche est adaptée (avec disque de fermeture) à la base d'un cône (allongé), et que le sommet du cône est percé d'un orifice de diamètre peu supérieur à celui de la tubulure de l'embouchure ou à la largeur de l'anche, ce tuyau fonctionne comme un tuyau cylindrique ayant même diamètre que l'orifice du sommet et même longueur que le tuyau conique.

» Lorsque l'embouchure ou l'anche est adaptée au sommet du cône (allongé), le tuyau fonctionne comme un tuyau cylindrique (large) de même diamètre que la base du cône et de même longueur que le tuyau conique.

» L'identité de fonctionnement entre les tuyaux coniques et les tuyaux cylindriques n'est pas rigoureuse à tous les points de vue. Par exemple, la commande du son par les lèvres est moins commode avec le cône renversé qu'avec le tuyau cylindrique équivalent; avec le tuyau cylindrique large

qu'avec le cône équivalent. Les timbres présentent également des différences appréciables.

» La forme conique du tuyau, avec adaptation de l'embouchure au sommet du cône, est celle qui convient le mieux pour la production de vibrations extrêmement énergiques, telles que celles des instruments en cuivre des orchestres. La tension des lèvres dans les embouchures, bien plus énergique que leur pression sur les anches, permet d'atteindre une grande puissance vibratoire. Indépendamment du pavillon, dont l'influence est majeure sur le son et dont nous nous occuperons tout à l'heure, les tuyaux des instruments en cuivre se décomposent en deux parties : une partie cylindrique étroite, attenante à l'embouchure, et une partie en cône allongé, faisant suite à la précédente. La production du son dans de semblables tuyaux donne lieu à un effet comparable de tous points à celui de la presse hydraulique, qui amplifie la masse sonore en accroissant la dépense de souffle.

» L'énergie du mouvement vibratoire est favorable à la production des harmoniques élevés, qui rendent le son éclatant. Mais c'est surtout à leur évasement terminal que les instruments de cuivre doivent l'éclat et la portée de leur son. Dans le cor de chasse, le trombone et la trompette, instruments dont les sons, caractérisés par de puissants harmoniques élevés, sont particulièrement éclatants, une importante partie du tuyau est cylindrique, puis vient une partie régulièrement conique, et enfin un évasement d'abord graduel et finalement plus brusque. On donne actuellement à la partie terminale et complètement renversée de l'évasement le nom de *pavillon;* en réalité, le pavillon comprend aussi une partie de l'évasement graduel.

» Cette disposition donne lieu à de très curieux phénomènes d'acoustique :

» 1° La colonne d'air vibrante, qui a son origine à l'embouchure, doit, puisque l'instrument fonctionne comme un tuyau ouvert, présenter, à l'ouverture du tuyau, un maximum de la vitesse des molécules de l'air ($\frac{1}{2}$ onde). J'ai trouvé, avec un tout petit tambourin d'épreuve de Hopkins, que la surface V correspondant à ce maximum de vitesse se trouve, dans les instruments à pavillon, reportée à une certaine distance dans l'intérieur du tuyau (4^{cm} environ du plan terminal du pavillon, dans un ancien cor de Raoux); et que cette surface est localisée dans la région axiale du pavillon, comme si, l'évasement n'existant pas, l'instrument était régulièrement conique jusqu'en V.

» 2° On peut introduire à l'intérieur du pavillon un tuyau tronconique, prolongeant jusqu'en V la partie conique de l'instrument, presque sans modifier le timbre : quelques notes graves seules perdent un peu de leur intensité. Avec un instrument

ainsi disposé, on constate que la masse annulaire d'air comprise entre le tronc de cône et le pavillon vibre par résonance et renforce le son principal et les harmoniques élevés qui l'accompagnent; mais il faut, pour cela, donner assez de souffle pour obtenir le son dans toute sa plénitude et avec son caractère, sinon l'anneau ne résonne pas : il en est d'ailleurs de même sans tronc de cône. Cette masse d'air annulaire vibrant par résonance est divisée en secteurs résonnants, qui peuvent être isolés au moyen de cloisons situées dans des plans passant par l'axe de l'instrument, et réduits un à un au silence. Ces secteurs résonnants s'incurvent contre le pavillon qu'ils longent; ils appartiennent, que l'instrument soit cloisonné ou normal, à la classe des ($\frac{1}{4}$ d'onde) tuyaux résonnants fermés à un bout. La forme évasée du pavillon se prête aux variations de longueur de ces secteurs; mais ils ne peuvent cependant pas atteindre une longueur suffisante pour renforcer les sons graves; d'où il résulte que, dans les instruments en cuivre, les notes les plus basses sont faibles. Dans les instruments en cuivre normaux, cor, trombone, trompette, cornet, basse-tuba, etc., la masse d'air vibrante se décompose donc en deux parties : une colonne d'air cylindroconique vibrante principale, ayant son origine aux lèvres de l'instrumentiste, et un système annulaire de secteurs d'air résonnants, engainant la partie terminale de cette colonne principale et engainé lui-même par le pavillon. Ainsi se trouve expliquée l'influence du pavillon dans les instruments de musique à embouchure.

» La production du son dans ces instruments exige une grande dépense d'air et de grands efforts de pression; car, outre que la mise en vibration de la colonne d'air principale représente un travail déjà considérable, une autre somme de travail est absorbée pour la production des phénomènes de résonance dans la région du pavillon. »

CHIMIE PHYSIQUE. — *Remarques sur l'emploi des cryohydrates.* Note de M. **A. Ponsot**, présentée par M. Lippmann [1].

« On connaît la propriété des mélanges cryohydratiques de se solidifier progressivement par refroidissement à température constante. A cause de cette propriété, ces mélanges peuvent être employés dans des recherches de précision, calorimétriques, cryoscopiques, thermométriques, etc. J'en ai utilisé dans mes recherches sur la congélation des solutions salines : à ce sujet, il est peut-être utile que je fasse connaître quelques-unes de mes observations.

» *Février* 1893. — J'ai placé une solution de KCl formée à saturation à la température ordinaire, dans une éprouvette, avec un agitateur et un thermomètre. Cette éprouvette était plongée dans une solution saturée de ce même sel, placée dans un vase entouré d'un mélange réfrigérant, composé d'une solution suffisamment concentrée

(1) Travail fait au laboratoire de Recherches physiques de la Sorbonne.

de NaCl et de morceaux de glace : il s'est produit sur la paroi interne de ce vase une couche épaisse de cryosel; j'ai noté l'abaissement de température de la solution dans l'éprouvette. Cet abaissement a été de près de 1°,6 dans la première heure pendant laquelle s'est produite la congélation; ensuite la température est restée stationnaire pendant plus d'une heure. Pendant ce temps et à des intervalles de un quart d'heure, j'ai effectué quatre prises de la partie liquide : l'analyse m'a donné pour 5gr de solution : 3gr,998, 4gr,002, 4gr,001 et 4gr d'eau. La lecture du thermomètre était faite seulement au $\frac{1}{20}$ de degré : la composition du liquide cryohydratique me montre que la température dans la dernière heure n'a pas dû varier de plus de $\frac{1}{1000}$ de sa valeur, soit de 0°,01 environ, la température étant de −10°,86.

» J'ai répété la même expérience avec une solution non saturée : la température s'est abaissée jusqu'à un point où elle est restée stationnaire, et les deux dernières prises effectuées dans cette condition m'ont donné 3gr,998 d'eau.

» Dans ces deux expériences, j'avais employé du KCl ordinaire. Dans les suivantes, j'ai employé du chlorure de potassium purifié : les variations dans la composition cryohydratique ont été un peu plus faibles : elles n'ont pas dépassé 0,002 sur 5gr de solution. J'ai trouvé 4,020 et 4,020; 4,018 et 4,020, puis 4,016 et 4,018, avec une température stationnaire, même pendant la solidification de plus du tiers de la solution.

» Les résultats que j'ai publiés dans ma thèse correspondent à 4gr,021; ils ont été obtenus dans mon appareil cryoscopique avec du sel purifié par plusieurs cristallisations successives et dans des conditions de constance de température observée cette fois au $\frac{1}{300}$ de degré : température −10°,64.

» D'autres expériences sur $BACl^2$ pur et impur m'ont donné une variation d'environ 0°,2 du point cryohydratique correspondant à une variation de concentration de $\frac{0,1}{7,6}$.

» Ces expériences montrent qu'un même sel peut donner un bain cryohydratique dont la composition, comme la température, dépend du degré d'impureté de ce sel. De plus, tandis qu'on peut obtenir une constance de température remarquable avec le sel pur, avec le sel impur on observe, pendant la solidification, une variation de température plus ou moins grande, encore en rapport avec les impuretés du sel.

» Cette variation dépend aussi de la fraction de la solution solidifiée pendant l'expérience, et par suite de la vitesse de refroidissement, qu'on peut régler, d'ailleurs.

» La nature des impuretés doit avoir une grande influence : c'est du moins ce que je crois conclure des recherches qui ont été faites par divers savants sur les cryohydrates de plusieurs sels. Il me paraît non moins certain que les impuretés d'un sel, dont on ne peut le débarrasser que par plusieurs cristallisations, ont la moindre influence.

» Dans mes recherches sur la congélation des solutions, j'ai formé mes

bains cryohydratiques avec des sels purs ou plus ou moins impurs; j'ai utilisé aussi des mélanges cryohydratiques de deux sels. Jusque vers $-3°,5$ j'ai employé, soit dans les essais, soit dans des mesures définitives, environ trente bains cryohydratiques; il en est dont j'ai égaré le point de congélation, tels ceux formés avec la strontiane, le tannin.

» En voici vingt-six, rangés à peu près (à cause des impuretés), dans l'ordre de leur congélation :

» Magnésie, gypse, chlorure de plomb, chaux, bioxyde de baryum, sulfate de chaux saturé d'alun ammoniacal, alun de potasse, alun ammoniacal, baryte, borax, phosphate de soude, bitartrate de soude, chlorate de potasse, acide borique, ferrocyanure de potassium, sulfate de cuivre, sulfate de potasse, azotate de plomb, bisulfate de potasse, sulfate de chaux avec sulfate de soude, sulfate de magnésie, azotate de potasse, sulfate de chaux saturé de sulfate de potasse, ferricyanure de potassium, sulfite de soude et hyposulfite de soude.

» Il est presque inutile d'ajouter que j'aurais pu en trouver encore d'autres.

» Lorsqu'un bain cryohydratique de sel pur se trouve dans un vase au contact direct d'un réfrigérant, la température de la partie liquide de ce bain n'est pas toujours indépendante de celle du réfrigérant, ni même de l'agitation. Cela est dû en grande partie à ce que la vitesse de solidification du sel ne s'accroît pas autant que celle de la glace dans le refroidissement; par suite, le bain devient de plus en plus concentré. Mais cette influence tombe en grande partie et décroît ensuite très vite lorsqu'il se forme une gaine de masse cryohydratique solide enveloppant le bain, et que cette gaine augmente d'épaisseur.

» Cette observation m'a conduit à ma méthode cryoscopique. Je terminerai en ajoutant que les cryohydrates solides peuvent être employés aussi de la même manière que la glace pure. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action du bioxyde d'azote sur les sels de protoxyde de chrome*. Note de M. G. **Chesneau**, présentée par M. Ad. Carnot.

« Péligot, et les Auteurs qui, après lui, ont étudié l'action du bioxyde d'azote sur les sels métalliques, ont constaté que la solution bleue de protoxyde de chrome absorbe ce gaz comme les sels ferreux en se colorant en brun, mais n'ont pas, à ma connaissance, poursuivi l'étude du composé formé, sans doute à cause de la difficulté qu'on éprouve à manier les solutions rigoureusement à l'abri du contact de l'air.

» Ayant trouvé un procédé simple pour remplir cette condition, j'ai repris cette étude qui m'a fourni quelques résultats, non sans intérêt, dont la présente Note résume les principaux.

» Le procédé que j'emploie pour opérer les réactions à l'abri de l'air, consiste à produire les sels chromeux par la méthode ordinaire de réduction à chaud, par le zinc pur, des sels chromiques en dissolution soit neutre, soit acide, mais en recouvrant celle-ci d'une couche d'huile lourde de pétrole ($d = 0,870$) de $0^m,5$ à $0^m,10$ d'épaisseur qui suffit, sans bouchage spécial (ce que ne fait pas le pétrole ordinaire), à préserver le liquide pendant plusieurs semaines contre l'action de l'air : c'est ainsi qu'une solution de protochlorure neutre de chrome obtenue de cette façon, qui absorbait au moment de sa préparation $17^{cc},4$ d'oxygène pour 10^{cc}, absorbait encore $17^{cc},1$ au bout d'un mois. Pour transvaser la dissolution à l'abri de l'air, il suffit d'en prélever au moyen d'une pipette à pointe effilée, et recourbée au besoin, en ayant soin d'aspirer d'abord une certaine quantité du pétrole surnageant, qui précède et préserve la solution contenue dans le réservoir de la pipette. Le même procédé appliqué aux sels ferreux permet de constater l'absence totale de coloration par les sulfocyanures. J'ai pu étudier ainsi l'action de divers réactifs sur les sels chromeux, et obtenir notamment avec la soude un hydrate (ou sel basique?) chromeux d'un beau bleu turquoise dont je poursuis l'étude.

» Les solutions chromeuses obtenues, renfermant forcément des sels de zinc, j'ai commencé par vérifier, ce qui est à prévoir, que leur présence n'influe pas sur l'absorption du bioxyde d'azote : du sulfate ferreux, additionné de son poids de sulfate de zinc, m'a donné, en effet, à $12^o,5$ une absorption en poids de $1^{mol},07$ d'AzO pour 2 molécules de sulfate ferreux, c'est-à-dire à très peu près la proportion indiquée par Péligot.

» En saturant de même d'AzO (bien purifié de peroxyde d'azote et desséché) une solution de chlorure chromeux neutre placé sous pétrole dans un flacon pouvant être purgé d'air par un courant d'hydrogène pur et sec, j'ai obtenu une absorption en poids de $0^{gr},257$ d'AzO (soit $0^{mol},0086$) pour 85^{cc} de solution contenant $0^{mol},0273$ de $CrCl^2$, ce qui correspond à $0^{mol},94$ d'AzO absorbé pour 3 molécules de $CrCl^2$, ou à très peu près à la formule $(CrCl^2)^3$, AzO. L'absorption se faisant avec un fort dégagement de chaleur, l'appareil était maintenu dans un bain à la température constante de 15°.

» La solution bleue de chlorure chromeux prend alors une teinte d'un beau rouge foncé, couleur vin de Porto, très distincte de la teinte brune des sels de fer nitreux. Elle est d'autant plus rouge que la saturation est obtenue plus vite ; mais à l'inverse des sels de fer dont la coloration ne varie pas, cette couleur rouge devient bientôt brun verdâtre, au bout d'une heure ou deux à la température ordinaire, instantanément à 100°. De plus, tandis que les sels ferreux dégagent complètement le bioxyde d'azote absorbé, soit en les chauffant, soit dans le vide, le chlorure chromeux nitreux, fraîchement préparé ou conservé depuis quelques jours, n'abandonne aucun gaz ni à l'ébullition, ni dans le vide barométrique ; il constitue d'ailleurs bien une véritable combinaison, car il n'absorbe plus d'oxygène.

» J'ai d'ailleurs vérifié que le bioxyde d'azote qui a traversé une solution chromeuse froide n'a subi aucune décomposition; il y a donc eu simple absorption. La liqueur rouge de chlorure chromeux nitreux donne avec la soude un précipité gris, immédiatement soluble en violet dans un excès de réactif, sans aucun dégagement gazeux; la solution verdit en peu de temps.

» Des résultats semblables ont été obtenus avec des solutions acides de chlorure et de sulfate chromeux. J'ai effectué, en outre, de nombreuses absorptions en volume de bioxyde d'azote dans des éprouvettes graduées, sur le mercure, qui m'ont donné les résultats suivants :

» La proportion de sel chromeux contenue dans les solutions était déterminée avant chaque expérience par le volume d'oxygène qu'elle pouvait absorber. En effectuant l'absorption d'AzO aussi rapidement que possible (en deux ou trois minutes), par une violente agitation avec une baguette en verre recourbée, j'ai obtenu une absorption un peu plus forte que dans le cas d'un courant gazeux barbotant dans la solution : la même différence avait été constatée par Péligot pour les sels ferreux. La proportion a varié seulement de $1^{mol},2$ à $1^{mol},3$ d'AzO absorbé pour 3 molécules de $CrCl^2$, de 0° à 42°, et avec des concentrations variant du simple au quintuple; elle a été de $1^{mol},03$ pour 3 molécules de sulfate chromeux. Ces résultats diffèrent notablement de ceux obtenus avec les sels ferreux par M. J. Gay [1] qui a constaté une absorption de 1 équivalent de bioxyde d'azote : pour 3 équivalents de sulfate de fer au-dessous de 8°, pour 4 équivalents de 8° à 25°, et pour 5 équivalents au-dessus de 25°.

» Enfin j'ai observé que l'absorption du bioxyde d'azote par les sels chromeux est notablement moindre quand elle se produit lentement : elle tombe alors d'une façon régulière à $0^{mol},87$ pour 3^{mol} de $CrCl^2$ neutre. Cette particularité me semble provenir de l'action du chlorure chromeux restant libre sur le chlorure nitreux. J'ai, en effet, constaté que le chlorure neutre saturé très rapidement à froid d'AzO donne (après agitation prolongée à l'air pour être sûr qu'il ne reste plus aucune trace de $CrCl^2$ libre) un abondant précipité rouge d'oxydule de cuivre dans la liqueur de Fehling bouillante (ce qui semble caractériser la formation d'hydroxylamine AzH^3O), et ne donne pas d'ammoniaque avec l'appareil Schlœsing; au contraire, le chlorure neutre saturé très lentement à froid, ou rapidement à chaud, ne donne rien avec la liqueur de Fehling et dégage de l'ammoniaque avec les alcalis fixes; quant au chlorure acide saturé à froid, il donne à la fois les deux caractères.

» Ces faits, ainsi que l'altération rapide des solutions de sels chromeux nitreux, s'expliquent aisément si l'on admet les deux réactions suivantes :

$$(1) \qquad 2[(CrCl^2)^3, AzO] + 3H^2O = 3Cr^2Cl^4O + 2AzH^3O,$$

$$(2) \qquad 2CrCl^2 + 2[(CrCl^2)^3, AzO] + 3H^2O = 4Cr^2Cl^4O + 2AzH^3,$$

---

[1] *Comptes rendus*, t. LXXXIX, p. 410.

la réaction (1) se produisant seule dans le cas de l'absorption rapide d'AzO à froid, et la réaction (2) dans le cas d'absorption lente, enfin les deux réactions ayant lieu simultanément avec le sel chromeux acide. La comparaison des deux équations montre que, dans le second cas, le volume d'AzO absorbé doit être les $\frac{3}{4}$ du volume absorbé dans le premier, pour un même volume de solution chromeuse : c'est-ce que vérifie sensiblement le rapport observé : $\frac{0,87}{1,20} = 73$ pour 100.

» En résumé, je pense avoir établi que les sels chromeux en dissolution absorbent le bioxyde d'azote comme les sels ferreux, mais en donnant une seule combinaison contenant 1 molécule d'AzO pour 3 molécules de sel. Cette combinaison se décompose d'elle-même rapidement, surtout à chaud ou en présence des acides, mais sans aucun dégagement gazeux, à l'inverse des composés similaires du fer, l'azote du bioxyde se transformant en hydroxylamine ou en ammoniaque, et son oxygène se fixant sur le sel chromeux. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les sulfoantimonites métalliques* (¹). Note de M. **Pouget**, présentée par M. Troost.

« Dans une précédente Communication (²), j'ai montré que l'action de l'*azotate d'argent* sur les solutions de sulfoantimonite normal de potassium SbS^3K^3 pouvait donner naissance à deux composés :

$$SbS^3Ag^3,$$
$$SbS^3Ag^2K.$$

» I. Les sels *de zinc, de manganèse, de plomb* donnent des résultats semblables.

» L'addition d'une solution d'un de ces sels à une solution étendue de sulfoantimonite (1^{mol} dans 10^{lit}) y produit un précipité volumineux, amorphe de sulfoantimonite trimétallique.

$Sb^2S^6Zn^3$,	orangé;
$Sb^2S^6Mn^3$,	rose sale;
$Sb^2S^6Pb^3$,	marron.

» Avec les solutions concentrées de sulfoantimonite, c'est le même composé qui se

(¹) Laboratoire de Chimie de la Faculté des Sciences de Rennes.
(²) *Comptes rendus*, t. CXXIV, p. 1518.

forme d'abord; mais il se transforme très rapidement, pourvu que le sulfoantimonite de potassium soit en excès, en un précipité cristallin correspondant à l'une des formules

SbS^3ZnK,	blanc;
SbS^3MnK,	rose;
SbS^3PbK,	marron.

» Ces corps sont facilement décomposés par l'eau qui les transforme en sulfoantimonites trimétalliques, *cristallins,* et différant par leur aspect des sulfoantimonites trimétalliques obtenus directement avec les solutions étendues.

» Avec les sels *de fer* (*sels ferreux*); *de nickel, de cobalt,* les composés qui prennent naissance sont très oxydables, ce qui en rend la séparation difficile. En solution étendue, c'est encore le sulfoantimonite trimétallique $Sb^2S^6Fe^3$, $Sb^2S^6Ni^3$, $Sb^2S^6Co^3$, qui précipite; en solution concentrée, le précipité contient toujours du potassium.

» II. Les sels *de cuivre* se comportent, avec les solutions de sulfoantimonite, d'une manière différente; le phénomène de double décomposition est généralement accompagné d'une réduction qui donne finalement naissance à un *sulfoantimonite cuivreux*.

» Avec les solutions étendues d'orthosulfoantimonite il se produit, par l'addition d'un sel de cuivre, un précipité noir de *sulfoantimonite cuivrique* $Sb^2S^6Cu^3$, si le sel de cuivre est en excès; mais si, au contraire, c'est le sulfoantimonite de potassium qui est en excès, le précipité déjà formé est réduit peu à peu à l'état de *sulfoantimonite cuivreux* SbS^3Cu^3.

» Avec les solutions concentrées de sulfoantimonite, le précipité noir qui se forme tout d'abord se transforme rapidement au contact de l'excès de sulfoantimonite en un précipité jaune cristallin de *sulfoantimonite dicuivreux monopotassique* SbS^3Cu^2K.

» Ce dernier corps est, comme les composés analogues d'argent, de zinc, de manganèse, de plomb, facilement décomposé par l'eau, le résidu rouge brun cristallin constitue encore du sulfoantimonite cuivreux SbS^3Cu^3.

» Avec les sels de *mercure* (*sels mercuriques*) la réduction est plus énergique : le mercure est précipité à l'état métallique.

» Ces phénomènes de réduction s'expliquent par la facilité avec laquelle les sulfoantimonites se transforment par oxydation en sulfoantimoniates.

» *En résumé,* l'action des sels métalliques sur les solutions de sulfoantimonite de potassium dissous peut donner, par double décomposition :

» 1° Un sulfoantimonite trimétallique SbS^3M^3;

» 2° Un sulfoantimonite double SbS^3M^2K.

» Dans aucun cas je n'ai pu préparer le sel monométallique SbS^3MK^2;

» 3° La double décomposition est quelquefois accompagnée d'une réduction.

» Les solutions d'orthosulfoantimonite de sodium et de lithium fournissent des résultats semblables. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de la phénylhydrazine sur les bromures, chlorures et iodures alcooliques.* Note de M. J. **Allain-Le Canu**, présentée par M. Troost (¹).

« MM. Genvresse et Bourcet ont étudié (*Comptes rendus*, t. CXXVIII, p. 564) l'action de la phénylhydrazine sur les iodures de méthyle et d'éthyle.

» Les bromures et les chlorures alcooliques se conduisent en général d'une manière différente des iodures correspondants ; nous nous sommes demandé s'il en serait de même quand on ferait réagir ces corps sur la phénylhydrazine. Nous avons voulu également voir comment se comporterait cette dernière avec les iodures alcooliques supérieurs.

» *Action du bromure d'éthyle sur la phénylhydrazine.* — 1° Nous avons d'abord agi en solution éthérée. Dans une solution éthérée de phénylhydrazine, refroidie par un mélange de glace et de sel, nous avons versé peu à peu et en agitant avec une baguette du bromure d'éthyle exempt d'acide bromhydrique (demi-molécule de bromure d'éthyle pour une de phénylhydrazine).

» Au bout de vingt-quatre heures, le liquide s'est pris en une masse d'aiguilles brillantes, que nous avons essorées à la trompe, lavées à l'éther et dissoutes dans l'alcool absolu. La solution alcoolique, refroidie vers —15°, a cristallisé en partie en donnant de belles aiguilles, que nous avons lavées avec un peu d'éther et séchées sur l'acide sulfurique. L'analyse complète de ce corps montre que nous nous trouvions en présence d'un bromhydrate basique de phénylhydrazine, contenant deux molécules de phénylhydrazine pour une molécule d'acide bromhydrique.

» A ce sujet, nous ferons remarquer que M. Moitessier a trouvé récemment des combinaisons des chlorures, bromures, iodures et sulfates métalliques avec plusieurs molécules de phénylhydrazine.

» Nous considérons le corps précédent comme une combinaison de bromhydrate de phénylhydrazine avec une molécule de phénylhydrazine. En effet, ce corps se dissocie en présence de l'alcool. Chauffé longtemps à l'étuve à 100°, il perd une molécule de phénylhydrazine. La perte est, en effet, de 36,10 pour 100 et la théorie exigerait 36,61.

» Ce corps est peu soluble dans l'éther, soluble dans l'alcool, très soluble dans l'eau. La solution aqueuse est acide au tournesol, elle donne, avec le nitrate d'argent, un précipité blanchâtre noircissant très rapidement. La potasse met la phénylhydrazine en liberté. Ce corps fond vers 195° en se décomposant.

» 2° En solution alcoolique, on obtient un corps différent qui n'est autre chose que du bromhydrate de phénylhydrazine. Nous avons, du reste, vu que le corps précédent se dissociait en présence de l'alcool.

» Nous avons reconnu le bromhydrate de phénylhydrazine à son point de fusion et

---

(¹) Travail fait au laboratoire de Chimie de la Faculté des Sciences de Besançon.

à sa teneur en brome, ainsi qu'à son aspect. Ce corps cristallise, en effet, en belles lamelles nacrées.

» *Action du chlorure d'éthyle sur la phénylhydrazine.* — Le chlorure d'éthyle se comporte vis-à-vis de la phénylhydrazine comme le bromure d'éthyle.

» Nous avons opéré exactement dans les mêmes conditions et obtenu suivant le cas un chlorhydrate basique de phénylhydrazine et du chlorhydrate de phénylhydrazine. Seulement la combinaison de deux molécules de phénylhydrazine avec une d'acide chlorhydrique est moins stable que la combinaison correspondante avec l'acide bromhydrique, une molécule de phénylhydrazine s'en allant beaucoup plus facilement que précédemment.

» La combinaison basique fond vers 225° en se décomposant. Elle a les mêmes propriétés que la combinaison bromhydrique correspondante.

» *Action des iodures propylique et butylique normaux sur la phénylhydrazine.* — Nous avons opéré encore comme précédemment et nous avons trouvé que les iodures de propyle et de butyle ne se comportent pas tout à fait de la même manière que les iodures de méthyle et d'éthyle avec la phénylhydrazine. En effet, si nous avons bien obtenu des composés analogues à l'un de ceux de MM. Genvresse et Bourcet et ayant pour formule $(C^6H^5AzH.AzH^2)^2C^3H^7I$ et $(C^6H^5AzH.AzH^2)^2C^4H^9I$, nous n'avons pu obtenir les composés $C^6H^5Az^2H^2.(C^3H^7)^2I$ et $C^6H^5Az^2H^2(C^4H^9)^2I$.

» Le composé $(C^6H^5AzH.AzH^2)^2C^3H^7I$ cristallise de l'alcool en un feutrage d'aiguilles brillantes; elles sont solubles dans l'alcool et l'eau, peu solubles dans l'éther. Elles fondent vers 122°.

» La combinaison correspondante obtenue avec l'iodure de butyle normal fond à 126° et a les mêmes propriétés que le composé précédent.

» *Conclusion.* — Comme nous le prévoyons, les chlorures et bromures alcooliques ne se comportent pas de la même manière avec la phénylhydrazine que les iodures correspondants; les iodures alcooliques supérieurs se conduisent aussi d'une manière un peu différente des iodures de méthyle et d'éthyle vis-à-vis du même réactif. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les aminocampholènes.* Note de MM. **E.-E. Blaise** et **G. Blanc**, présentée par M. Henri Moissan [1].

« La formule de constitution du camphre proposée par M. Bouveault établit entre les acides isolauronolique et β-campholénique la relation suivante

```
    CH³ CH³                          CH³ CH³
      \ /                              \ /
       C      CH³                       C      CH³
      / \    /                         / \    /
   CH²    C                         CH²    C
    |     ||                         |     ||
   CH²————C — CO²H                  CH²————C — CH² — CO²H.
```

(1) Laboratoire de Chimie organique de la Sorbonne.

Comme, d'ailleurs, la constitution de l'acide isolauronolique semble établie avec certitude, alors que celle de l'acide β-campholénique est encore douteuse, il était intéressant de chercher à vérifier la relation précédente.

» En réduisant le nitrile isolauronolique, l'un de nous a obtenu un aminodihydrocampholène ([1]) :

$$\begin{array}{c} CH^3\ CH^3 \\ \diagdown\ \diagup \\ C \\ CH^2\diagup\quad\diagdown C\diagup CH^3 \\ |\qquad\quad \| \\ CH^2\text{——}C-CAz \end{array} \rightarrow \begin{array}{c} CH^3\ CH^3 \\ \diagdown\ \diagup \\ C \\ CH^2\diagup\quad\diagdown CH\diagup CH^3 \\ |\qquad\quad | \\ CH^2\text{——}CH-CH^2-AzH^2 \end{array}$$

Si la relation que prévoit la théorie est exacte, l'aminocampholène correspondant à ce dérivé dihydrogéné doit résulter de l'action de l'hypobromite de potassium sur la β-campholénamide

$$\begin{array}{c} CH^3\ CH^3 \\ \diagdown\ \diagup \\ C \\ CH^2\diagup\quad\diagdown C\diagup CH^3 \\ |\qquad\quad \| \\ CH^2\text{——}C-CH^2-CO-AzH^2 \end{array} + O = CO^2 + \begin{array}{c} CH^3\ CH^3 \\ \diagdown\ \diagup \\ C \\ CH^2\diagup\quad\diagdown C\diagup CH^3 \\ |\qquad\quad \| \\ CH^2\text{——}C-CH^2-AzH^2 \end{array}$$

et se transformer, par hydrogénation, en une base identique à celle qui dérive du nitrile isolauronolique.

» Lorsqu'on traite la β-campholénamide par l'hypobromite de potassium, dans des conditions déterminées, on obtient en effet le β-aminocampholène. Cette base constitue un liquide incolore, mobile, à odeur ammoniacale, bouillant à 185° sous la pression atmosphérique. Sa densité à 15° est de 0,8778 et son indice de réfraction a pour valeur $n_D = 1,4770$; on en déduit, pour sa réfraction moléculaire, $N_D = 44,83$, la valeur calculée étant 45,23.

» Le β-aminocampholène donne un chlorhydrate cristallisant en longues aiguilles qui fondent à 194°-195° sans se décomposer et un chloroplatinate qui se décompose au-dessus de 200°. Le picrate correspondant, $C^9H^{17}Az.C^6H^3Az^3O^7$, fond à 228°-229°. Enfin, en traitant le β-aminocampholène par l'éther oxalique, on obtient une oxamide fusible à 111°-112°; le cyanate de potassium réagissant sur le chlorhydrate de la base donne de même une urée fusible à 108°-109°.

» Nous avons traité de même l'α-campholénamide par l'hypobromite de potassium, et nous avons ainsi obtenu une nouvelle base, isomère de la

([1]) G. Blanc, *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XXI, p. 322.

précédente : l'α-aminocampholène

$$
\begin{array}{ccccc}
 & CH^3 & & CH^3 & \\
 & & \diagdown\;\diagup & & \\
 & & C & & \\
 & \diagup & & \diagdown & \\
CH^2 & & & & C{=}CH^2 \\
| & & & & | \\
CH^2 & - & - & - & CH - CH^2 - AzH^2
\end{array}
$$

» Ce corps bout également à 185°. Sa densité à 15° et son indice de réfraction ont respectivement pour valeur : 0,8795 et 1,4797 ; on en déduit, pour la réfraction moléculaire, la valeur $N_D = 44,88$.

» Le chlorhydrate cristallise en petits prismes et fond à 253°. Le picrate fond à 219° et l'oxamide correspondante cristallise en aiguilles fusibles à 131°. En traitant le chlorhydrate de la base par le cyanate de potassium, on obtient enfin une urée cristallisant en lamelles nacrées et fondant à 119°-120°.

» Il est à remarquer que les dérivés de l'α-aminocampholène fondent sensiblement aux mêmes températures que les dérivés correspondants du dihydro-aminocampholène, exception faite pour l'urée.

» L'action de l'acide iodhydrique bouillant à 127° sur l'α-aminocampholène est également intéressante ; en effet, si l'on fait bouillir l'iodhydrate de cette base avec de l'acide iodhydrique, on constate une décomposition rapide en iodure d'ammonium et un carbure probablement identique au campholène.

» Nous n'avons pas réussi jusqu'ici à réaliser l'hydrogénation des aminocampholènes ; la réduction au moyen du zinc et des acides iodhydrique ou chlorhydrique étendus, du sodium et des alcools éthylique ou amylique bouillants, conduit en effet, non pas à l'aminodihydrocampholène, mais à une base à point d'ébullition beaucoup plus élevé et qui résulte du doublement de la molécule primitive. D'autre part, la réduction, au moyen de l'acide iodhydrique à chaud, ne peut être utilisée puisqu'il détermine une décomposition ; nous avons reconnu d'ailleurs que cet acide est sans action sur la base dihydrogénée.

» Nous poursuivons nos recherches sur ce sujet dont nous nous réservons l'étude. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Contribution à l'étude d'une oxyptomaïne.* Note de M. **Œchsner de Coninck** (¹).

« J'ai fait connaître l'année dernière (*Comptes rendus*, séance du 28 février 1898) une oxyptomaïne qui prend naissance dans l'action de l'eau oxygénée sur une ptomaïne pyridique

$$C^8H^{11}Az + O = C^8H^{11}AzO.$$

» J'ai décrit en même temps son chlorhydrate et son chloroplatinate que j'avais obtenu à l'état de précipité; je reviendrai aujourd'hui sur ce dernier sel.

» Pour le préparer à l'état cristallisé, j'ai ajouté, à une solution étendue du chlorhydrate $C^8H^{11}AzOHCl$, une solution aqueuse renfermant 1gr de chlorure platinique pour 25gr d'eau distillée. La liqueur est concentrée, à basse température, sous une cloche en relation avec une trompe à eau; la concentration doit être conduite lentement. Peu à peu le chloroplatinate se dépose sous forme d'assez larges paillettes, à bords nets, paraissant cristalliser dans le système orthorhombique; il renferme alors 1 molécule d'eau de cristallisation

$$[(C^8H^{11}AzO.HCl)^2, PtCl^4] + H^2O.$$

» Ce sel n'est pas décomposé par l'eau froide, à peine par l'eau tiède, complètement par l'eau bouillante.

» *Bromhydrate* $C^8H^{11}AzO.HBr$. — Ce sel, préparé avec une solution étendue de l'hydracide, ressemble beaucoup, par son aspect extérieur, au chlorhydrate. Il se présente en lames allongées, blanches et douées d'éclat nacré. Légèrement déliquescent, il se dissout avec facilité dans l'eau froide; l'eau tiède ne le décompose pas, mais l'eau bouillante le détruit rapidement.

» *Chloraurate* $C^8H^{11}AzO.HCl + AuCl^3$. — Précipité jaune clair, obtenu en mélangeant des solutions étendues de chlorure d'or et du chlorhydrate, et concentrant sous pression réduite et à la température ordinaire. Ce sel n'est pas déliquescent: il est assez soluble dans l'eau, mais si l'on évapore cette solution au bain-marie, il y a décomposition totale. J'ai fixé sa composition en dosant successivement le chlore, l'azote et l'or.

» *Chloromercurate* $[C^8H^{11}AzO, HCl]^2, 3HgCl^2$; précipité blanc, très dense, qui se dépose lorsque l'on mélange des solutions concentrées des deux sels. Ce chloromercurate qui, d'après les dosages de mercure et de chlore, est un sesquisel, est insoluble

---

(¹) Ce travail a été fait dans mon laboratoire, à l'Institut de Chimie de la Faculté des Sciences de Montpellier.

dans l'eau froide, un peu soluble dans l'eau tiède, décomposable à la longue par l'eau bouillante.

» En résumé, l'oxyptomaïne ou *collidone*, $C^8H^{11}AzO$, fournit des sels simples et doubles qui se rapprochent des sels similaires des ptomaïnes pyridiques que j'ai découvertes, en ce qu'ils sont stables en présence de l'eau froide, et qui en diffèrent en ce qu'ils sont, non pas *modifiés*, mais *décomposés* par l'eau tiède ou par l'eau bouillante. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Nouveau mode de dosage acidimétrique des alcaloïdes.* Note de M. **Élie Falières.**

« La méthode acidimétrique, qui tend de plus en plus à remplacer la pesée pour le dosage des alcaloïdes, ne présente pas, on le sait, la précision rigoureuse qu'il est possible d'obtenir avec les alcalis minéraux.

» Tout d'abord, la nature basique des alcaloïdes, moins accusée que celle des alcalis minéraux, ne leur permet pas d'agir avec la même énergie sur les indicateurs colorés. Il en résulte, dans la plupart des cas, des virages progressifs, des teintes de passage, et, pour chaque opérateur, un choix arbitraire de la nuance qu'il considère comme le terme de la réaction. Dans son *Étude sur les indicateurs employés pour le dosage acidimétrique des alcaloïdes,* Lyman Kléber signale « ce facteur personnel d'erreur » comme un réel défaut de la méthode.

» En second lieu, un même indicateur ne peut pas être utilisé pour tous les alcaloïdes. La présence, par exemple, d'atropine dans une solution exclut l'emploi du tournesol. En outre, avec les alcaloïdes bruts et les liquides d'extraction, le virage est, le plus souvent, masqué par la présence de matières colorantes étrangères.

» J'ai recherché, en dehors des indicateurs colorés, une réaction finale nette, non influencée par la coloration des solutions, et capable de se produire également avec tous les alcaloïdes.

» Je me suis adressé, dans ce but, à la solution d'oxyde de cuivre ammoniacal, déjà utilisée pour doser l'acidité libre dans certaines solutions salines. Avec cette liqueur, on obtient, au terme de la réaction, non plus un phénomène de coloration, mais un précipité d'oxyde de cuivre qui trouble, de la façon la plus apparente, le liquide en expérience. La formation de ce précipité n'est pas modifiée par la présence d'un sel d'alcaloïde.

» La solution d'oxyde de cuivre ammoniacal se prépare en dissolvant 10^{gr} de sulfate de cuivre dans un demi-litre d'eau environ; on ajoute de l'ammoniaque, en agitant jusqu'à ce que le précipité qui se forme d'abord soit presque complètement dissous; on complète avec de l'eau le volume de 1000^{cc}; on filtre, et l'on titre par rapport à de l'acide sulfurique déci-normal.

» Dans un vase cylindrique étroit, on introduit 10^{cgr} d'alcaloïde avec 20^{cc} d'acide sulfurique $\frac{N}{10}$; on dispose le vase sur fond noir et, après dissolution, on verse la liqueur d'épreuve jusqu'à formation d'un louche persistant. Le volume de solution d'oxyde de cuivre ammoniacal qui est consommée représente seulement l'acide libre. Ce nombre soustrait de 20^{cc} exprime l'acide combiné à l'alcaloïde et, par suite, le poids même de l'alcaloïde.

» Une solution de spartéine, préparée comme il vient d'être dit, a consommé $8^{cc},3$ de solution d'oxyde de cuivre ammoniacal, correspondant à $15^{cc},63$ d'acide sulfurique $\frac{N}{10}$ libre, soit à $4^{cc},37$ d'acide combiné :

$$0,0234 \times 4,37 = 0^{mgr},102 \text{ de spartéine (théorie} = 0^{mgr},100).$$

» Des dosages faits dans les mêmes conditions avec les alcaloïdes suivants : morphine, codéine, cinchonine, cinchonidine, quinidine, strychnine, cicutine, atropine, vératrine, brucine, ont fourni des résultats aussi satisfaisants.

» En appliquant ce procédé au titrage des quinquinas, j'ai constaté qu'il permet d'effectuer le dosage des alcaloïdes totaux dans le premier liquide d'extraction; les matières étrangères qui le souillent sont sans influence sur l'apparition du précipité d'oxyde de cuivre.

» Il devient alors inutile de recourir aux purifications successives, recommandées par les auteurs, précisément dans le but d'éliminer ces impuretés et d'obtenir des liquides se prêtant à l'emploi d'un indicateur coloré.

» Des essais variés montrent que le procédé peut être appliqué au titrage rapide de tous les produits végétaux alcaloïdiques. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le benzoylfurfurane.* Note de M. R. Marquis. (Extrait.)

« Au cours de recherches que je poursuis actuellement dans la série du fulfurane, j'ai été amené à préparer le benzoylfurfurane. Cette cétone s'obtient facilement en faisant réagir le chlorure de pyromucyle sur le benzène en présence du chlorure d'aluminium ....

» Le benzoylfurfurane est un liquide incolore, passablement visqueux, non solidifiable à — 15°, d'une faible odeur agréable.

» Il brunit fortement quand on le conserve, même à l'obscurité. Les résultats de l'analyse s'accordent avec la formule $C^4H^3O — CO — C^6H^5$.

» Il bout à 185° sous 43^{mm}; à 186° sous 46^{mm}; à 164° sous 19^{mm}.

» Sa densité est de 1,183 à 19°.

» L'oxydation par le permanganate de potasse donne de l'acide benzoïque et un autre acide : F = 52° environ, non encore étudié.

» *Oxime.* — L'oxime se dépose en fines aiguilles colorées en jaune. Rendement 85 pour 100.

» On la purifie, quoique difficilement, par dissolution dans le benzène et précipitation par l'éther de pétrole.

» Elle est extrêmement soluble dans les solvants organiques.

» Elle fond à 132° et se décompose un peu au-dessus.

» L'anhydride acétique donne deux dérivés acétylés, dont l'un fond à 68° et l'autre à 109°.

» *Base* $C^4H^3O — \underset{\displaystyle AzH^2}{\underset{|}{CH}} — C^6H^5$. — La réduction de l'oxime du benzoylfurfurane conduit à une base nouvelle, la phénylfurfurylamine.

» Dans un ballon, chauffé au bain-marie, on dissout à l'ébullition 5^{gr} d'oxime dans 100^{cc} d'alcool absolu; on ajoute du sodium en morceaux assez gros; quand la masse devient trop visqueuse, on rajoute un peu d'alcool, puis de temps en temps un morceau de sodium jusqu'à concurrence de 20^{gr} environ ....

» La base passe à 167°-168° sous 43^{mm}-44^{mm}, ou à 144°-145° sous 17^{mm}. On obtient un peu plus de 3^{gr} de base, soit un rendement de 67-68 pour 100. Cette base est un liquide parfaitement incolore, d'une très faible odeur; elle brunit légèrement, même à l'obscurité, et perd spontanément de l'ammoniaque au bout de quelques semaines.

» Le *chlorhydrate* est en petits prismes extrêmement solubles.

» Le *chloroplatinate* se forme en dissolvant la base dans HCl et ajoutant du chlorure de platine. Le tout se prend en une masse de petites lamelles dorées, facilement solubles dans l'eau chaude, peu solubles dans l'eau froide. Il se décompose à 100°. Cristallisé, il possède la formule

$$[C^6H^5 — (CH — AzH) — C^4H^3O.HCl]^2PtCl^4.2H^2O.$$

» L'anhydride acétique donne avec la base un dérivé acétylé F = 127°, facilement cristallisable dans l'alcool très étendu bouillant.

» Les recherches que je poursuis ont pour but la préparation de la furfurane-amine

$$\begin{array}{l} CH — CH \\ \parallel \quad\quad \parallel \\ CH \quad C — AzH^2. \\ \ \ \diagdown \ \diagup \\ \quad O \end{array}$$

Il est possible, en effet, que par la transposition moléculaire de l'oxime du benzoylfurfurane suivant le processus de Beckmann, on obtienne la benzoylfurfurane-amine, qu'il sera facile de dédoubler. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Les égols, nouveaux antiseptiques généraux.* Note de M. E. GAUTRELET. (Extrait.)

« Lorsqu'on nitrose les dérivés parasulfonés des phénols en général, on arrive à faire assez facilement absorber aux acides orthonitro $\left\{\begin{array}{c}\text{phénol}\\ \text{crésol}\\ \text{thymol}\end{array}\right\}$ parasulfoniques une quantité de mercure égale à un demi-atome par atome du phénol primitif employé dans la réaction.

» On obtient ainsi les homologues orthonitro $\left\{\begin{array}{c}\text{phénol}\\ \text{crésol}\\ \text{thymol}\end{array}\right\}$ parasulfonates de mercure et de potassium, auxquels nous avons donné le nom générique d'ÉGOLS, les différenciant par les dénominations particulières de *phénégol, créségol, thymégol,* d'après le phénol radical.

» .... Les égols sont des composés très stables; le mercure ne peut y être décelé que par la calcination avec la chaux sodée, ou par attaque à chaud du produit par le chlorate de potasse et l'acide chlorhydrique, et encore très difficilement; c'est la dernière méthode qui a été employée pour l'analyse élémentaire.

» Par calcination, il y a décomposition des égols, formation tout d'abord de sulfocyanure de mercure se manifestant sous forme de *serpent de Pharaon,* et finalement de sulfure de mercure.

» L'ébullition avec le sulfate ferreux réduit les égols à l'état de sels amidés incolores.

» Les égols se combinent avec l'iode comme avec l'arsenic, atome par atome du phénol radical.

» *Propriétés générales.* — Les égols se présentent sous forme de poudre rouge brun; ils sont difficilement cristallisables, par évaporation des solutions hydro-alcooliques diluées, dans le système rhomboédrique.

» Ils sont solubles dans l'eau en toute proportion et à froid; ils sont insolubles dans l'alcool concentré.

» Les solutions aqueuses des égols sont sans odeur ni saveur particu-

lières : elles sont neutres et ne sont ni caustiques, ni irritantes; elles ne coagulent pas les albumines, ne sont pas décomposées par les matières organiques et précipitent les toxines.

» Les égols ne sont ni volatils, ni inflammables, ni explosifs.

» Ils ne sont pas toxiques, puisqu'il en faut au moins 2^{gr} par kilogramme de poids d'animal pour déterminer la mort, quand on les introduit par la voie hypodermique. Par la voie stomacale, ils sont émétiques.

» L'élimination des égols est rapide, car les animaux qui reçoivent deux fois la dose toxique répartie en vingt jours consécutifs, n'éprouvent aucune altération de la santé et même engraissent fortement.

» Les égols sont des bactéricides forts (3e classe de Miquel) puisque, à la dose de 4^{gr} pour 1000, ils entravent dans les milieux de culture toute prolifération bactérienne, et qu'ajoutés à la même dose à des bouillons stériles ils en maintiennent la stérilisation. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Sur le rôle de la chaleur dans le fonctionnement du muscle.* Note de M. **Raphael Dubois.**

« Les recherches expérimentales que j'ai poursuivies pendant plusieurs années sur les Marmottes, au point de vue de la biothermogenèse, m'avaient conduit à admettre depuis longtemps que la chaleur produite par les organismes, en particulier dans le système musculaire, ne devait pas être considérée comme un simple déchet du travail physiologique, destiné à être éliminé à la manière des excreta, mais bien au contraire comme une condition de perfectionnement utile et même nécessaire au fonctionnement physiologique (1).

» Cette opinion a été adoptée par quelques auteurs, mais il m'a semblé que, pour en fournir une démonstration expérimentale, les faits connus n'étaient pas suffisants. J'ai pensé qu'il était nécessaire de comparer, chez un même individu d'une même espèce, le fonctionnement d'un muscle normalement et physiologiquement refroidi avec celui de ce même muscle normalement et physiologiquement réchauffé.

» La Marmotte se prête admirablement à ce genre de recherches : elle nous a fourni

---

(1) *Étude sur le mécanisme de la thermogenèse et du sommeil chez les Mammifères* (*Annales de l'Université de Lyon*; 1896).

des renseignements plus précis et plus complets que ceux qui avaient été obtenus autrefois par Valentin par la comparaison du fonctionnement musculaire chez la Marmotte froide et chaude. Nous ne pouvons donner ici que les conclusions principales de notre travail (¹) :

» 1° Le temps perdu de la contraction musculaire est un tiers plus court chez la Marmotte chaude que chez la Marmotte froide;

» 2° La durée de la période d'activité croissante est, ainsi que la période d'activité décroissante, moitié plus courte chez la Marmotte chaude;

» 3° La tétanisation s'obtient avec un nombre d'excitations trois fois moindre pour la Marmotte chaude;

» 4° La puissance de travail est très augmentée chez la Marmotte chaude, qui peut non seulement soulever des poids plus lourds, mais encore les élever à une plus grande hauteur, et cela dans un temps plus court. L'optimum des poids soulevés est dix fois plus fort chez la bête chaude;

» 5° Le muscle de la bête froide dégage moins de chaleur pour une même excitation et un même poids soulevé;

» 6° La fatigue musculaire se montre beaucoup plus vite dans le muscle de la Marmotte chaude que dans celui de la Marmotte froide. Le même effet se produit avec le muscle cardiaque isolé de l'animal.

» Dans les conditions expérimentales où nous nous sommes placé, on ne peut attribuer les différences observées ni à l'insuffisance de l'oxygène, ni à celle des aliments hydrocarbonés chez la Marmotte froide, mais à la plus ou moins grande quantité de chaleur mise à la disposition du muscle.

» Dans les limites normales, la chaleur constitue une condition physique de milieu favorable au développement de la puissance de travail du muscle. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Nouvelles observations sur l'échidnase.* Note de M. C. **Phisalix**, présentée par M. A. Chauveau.

« L'existence dans le venin de vipère d'un principe phlogogène qui se rapproche des ferments diastasiques est aujourd'hui bien démontrée : j'en ai donné une preuve directe en l'isolant des autres principes du venin par des précipitations alcooliques successives. La présente Note a pour but d'apporter de nouveaux documents relatifs au mode de sécrétion et aux

(¹) La série de recherches concernant la Marmotte froide a été faite sur un sujet dont la température rectale était voisine de celle du laboratoire, c'est-à-dire de 16° à 17° en état de réveil, et la série relative à la Marmotte chaude sur le même sujet, au moment où sa température rectale était de 32° à 34°.

propriétés de cette diastase salivaire des Serpents. D'abord elle n'existe pas chez toutes les espèces venimeuses; elle fait défaut dans le venin des Najas, des Ophiophages et probablement de la majeure partie du groupe des Colubridées venimeuses. Elle est, au contraire, plus ou moins abondante dans le venin des Vipéridées, dont elle constitue un des principaux caractères. Chez *Vipera aspis*, la quantité de cette diastase, appréciée d'après ses effets physiologiques, varie suivant la contrée et la saison. C'est ainsi que le venin des Vipères de la Vendée est beaucoup plus riche en échidnase que celui des Vipères d'Arbois (Jura). Chez ces dernières, le venin recueilli à la fin de la période hibernale, au mois d'avril, est, pour ainsi dire, dépourvu de toute action phlogogène. De même que le venin de Cobra, il ne produit sous la peau qu'une légère infiltration d'une sérosité incolore. Peu à peu, la quantité d'échidnase augmente, et vers la fin de mai ou le commencement de juin, elle est assez abondante pour déterminer dans le tissu conjonctif les œdèmes hémorrhagiques diffus si caractéristiques. Comment expliquer ces variations dans le fonctionnement de la glande?

» *Localisation anatomique*. — On peut interpréter ces faits de deux manières : ou bien il n'y a qu'une seule espèce de cellules glandulaires pour élaborer les divers éléments du venin, et alors la sécrétion de ces éléments n'est pas simultanée; ou bien il y a plusieurs sortes de cellules, et les cellules à échidnase seraient anatomiquement et physiologiquement distinctes. Cette seconde hypothèse, que justifie l'histologie comparée, en particulier la découverte de Guignard de cellules spéciales à ferments (émulsine, myrosine) chez les Amygdalées et les Crucifères, trouve un appui dans l'expérience suivante :

» *Expérience*. — Le 24 mai 1898, on inocule sous la peau de la cuisse d'un cobaye 1^{cc} d'une macération de glandes de Vipères d'Arbois faite comme il suit : quarante-huit glandes, après avoir été vidées de tout le venin liquide, ont été desséchées rapidement à l'étuve à 30°, et mises ensuite pendant quarante-huit heures dans 12^{cc} d'eau distillée chloroformée. La quantité injectée correspond donc à quatre glandes. Or, tandis que le venin liquide tue le cobaye sans produire d'action locale, cette macération glandulaire détermine en moins d'une heure un œdème qui occupe tout le ventre : la peau est violacée et infiltrée de sang. La température s'abaisse de deux degrés pour remonter ensuite, ce qui prouve qu'il reste encore un peu d'échidnotoxine. Le précipité alcoolique de cette macération agit de la même manière.

» Il est évident, d'après cela, que chez les Vipères d'Arbois dont le venin, au printemps, ne renferme pas encore d'échidnase, les glandes en contiennent déjà, mais les cellules qui la sécrètent ne sont pas encore en

activité et le ferment est retenu dans le protoplasma. La localisation anatomique est ici démontrée par la dissociation fonctionnelle, mais il appartient aux histologistes de dire si cette localisation se fait dans des cellules différentes ou dans des parties distinctes d'une même cellule.

» *Action digestive de l'échidnase sur l'échidno-toxine.* — En solution dans l'eau glycérinée, le venin de vipère s'atténue spontanément et d'autant plus vite que la température extérieure est plus élevée. En été, il suffit souvent de dix à quinze jours pour que le venin ait perdu toute virulence; mais, de tous les principes actifs, c'est l'échidnase qui résiste le plus longtemps aux causes de destruction. Or, comme le venin d'Arbois dépourvu d'échidnase s'atténue beaucoup moins vite que les venins riches en échidnase, il était logique de supposer que le ferment joue un rôle dans cette atténuation, en s'attaquant directement à la substance active du venin. Des expériences comparatives faites avec du venin de Vendée et du venin d'Arbois démontrent qu'il en est réellement ainsi.

» *Expériences.* — *a.* Les deux venins, en solution glycérinée, sont introduits dans deux pipettes privées d'air, et chauffés au bain-marie à 40° pendant neuf heures, puis ils sont inoculés à deux cobayes. Tandis que le cobaye qui a reçu le venin d'Arbois meurt en cinq heures quinze minutes, comme le témoin, le cobaye inoculé avec le venin de Vendée résiste pendant trente heures : le témoin succombe en quatre heures.

» *b.* Même expérience, dans laquelle les venins ont été chauffés pendant vingt heures. Le cobaye éprouvé avec le venin d'Arbois meurt en six heures trente minutes ; celui du venin de Vendée au contraire survit.

» *c.* Même expérience, mais les venins ont été chauffés à 50° pendant quarante-huit heures. Le cobaye au venin d'Arbois meurt en sept heures, tandis que le cobaye au venin de Vendée résiste : éprouvé deux jours après avec du venin non chauffé, il n'est pas malade.

» Les faits précédents démontrent d'une manière indiscutable que le ferment diastasique du venin des Vipéridées exerce une action digestive non seulement sur les tissus des animaux inoculés, mais encore sur la substance active propre du venin, sur l'échidno-toxine.

» En résumé, aux causes extérieures de destruction du venin (oxygène, lumière, chaleur, électricité), il faut ajouter une cause intérieure due à la présence dans le venin des Vipéridées d'un ferment spécial, l'échidnase, dont le mode de formation est indépendant de celui des autres principes actifs et qui constitue, à lui seul, un caractère différenciel des plus importants. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Cultures du* Nectria, *parasite des chancres des arbres. Analogies de ces cultures avec celles du champignon parasite du cancer humain.* Note de M. **Bra**, présentée par M. Armand Gautier.

« Nos premiers essais ont consisté à ensemencer dans un bouillon de raisins secs peptonisé à 15 pour 1000 des fragments de chancres du chêne, du sapin, du pommier, du frêne. Ces fragments, prélevés le plus aseptiquement possible dans la profondeur, étaient rapidement flambés, puis introduits dans le milieu de culture. Nous avons aussi ensemencé les périthèces rouges qui existent à la surface des mêmes chancres. A la suite d'objections qui nous ont été récemment présentées, nous sommes enfin parti pour nos ensemencements de la conidie cylindrique typique du *Nectria ditissima* du chancre du pommier préalablement et parfaitement isolée.

» Dans l'un et l'autre cas, indépendamment des conidies septées, incurvées et de toutes dimensions du *Nectria ditissima* et de ses tubes de germination, apparaissent dès les premiers jours, dans les cultures, des spores rondes mesurant 1^{μ} environ et agitées d'un mouvement brownien, puis des éléments globuleux de forme de levures, analogues aux sphérules du champignon que nous avons isolé des tumeurs cancéreuses humaines et qui ont fait l'objet d'une Note présentée à la Société de Biologie, le 12 novembre 1898 et d'un article publié par la *Presse médicale,* le 22 février dernier.

» Ces sphérules sont réfringentes, de couleur vert clair. Elles sont arrondies, ovoïdes ou polyédriques. Leur diamètre va de 3^{μ} à 15^{μ}. Elles possèdent une masse plasmique centrale homogène ou plus ou moins irrégulièrement granuleuse; une capsule achromatique à simple ou double contour. Elles ont une grande tendance à s'agglomérer. Elles se reproduisent le plus souvent par voie endogène et, dans quelques cas, par bourgeonnement. Il résulte de nos observations les plus récentes que, dans quelques cultures et dans certaines tumeurs, les sphérules du champignon humain peuvent aussi bourgeonner à la façon des levures.

» Spores, sphérules, conidies, hyphes présentent mêmes réactions colorantes et mêmes caractères biologiques que ceux du parasite humain.

» Les ressemblances morphologiques s'accentuent jusqu'à l'identité, lorsqu'on transporte dans le bouillon de mamelle les cultures obtenues dans le bouillon végétal; les dimensions et les formes des conidies du *Nectria* se rapprochent ainsi de plus en plus de celles du champignon du cancer humain.

» Le champignon sous sa forme globuleuse existe, d'ailleurs, non seulement dans les cultures, mais dans les coupes de cancers des arbres où il est facile de le mettre en évidence par le procédé de Gram, comme nous l'avons démontré pour les tumeurs cancéreuses humaines.

» Ces sphérules ont été vaguement décrites par Hartig [1].

» Les inoculations que nous avons pratiquées avec M. H. Chaussé contribuent à rendre plus saisissante la parenté des deux parasites.

» Grâce à l'obligeance de M. Daubrée, directeur des Forêts au Ministère de l'Agriculture, nous avons inoculé dans la forêt de Meudon, avec des cultures de parasite humain, des arbres éloignés de toute tache chancreuse. Six mois après, des chancres apparaissent sur le frêne, le merisier, l'érable sycomore. Un orme est atteint de cancérose généralisée; une vingtaine de chancres crèvent l'écorce. Les ensemencements de ces tumeurs donnent des cultures.

» Inversement nous avons soumis des lapins à l'ingestion de cultures du parasite des arbres et nous avons obtenu, au bout de trois mois environ, des ulcères ronds de l'estomac, comme chez les lapins soumis à l'ingestion des cultures d'origine humaine.

» Les toxicités immédiates des produits solubles des deux champignons offrent aussi de remarquables analogies.

» La culture du champignon du cancer humain, filtrée à la bougie, tue à raison de 15^{gr} à 20^{gr} par kilogramme d'animal en injections intra-veineuses. Filtrée sur porcelaine et chauffée, elle tue à raison de 30^{gr} à 35^{gr} par kilogramme La toxine du champignon des arbres tue à des doses un peu plus élevées. Elles déterminent toutes deux des phénomènes vaso-constricteurs, une accélération des mouvements respiratoires et cardiaques, le rétrécissement pupillaire, de l'opisthotonos, des contractures, des secousses dans les membres postérieurs et la mort brusque, probablement par arrêt de la respiration dû à l'action prédominante du poison sur les centres nerveux.

» Les toxines atténuées par la chaleur élèvent toutes deux la température des cancéreux et sont, dans la majorité des cas, sans action sur la température des animaux sains. Nous recherchons actuellement si la toxine atténuée du *Nectria* donne, au point de vue thérapeutique, les résultats produits sur les cancéreux par la toxine atténuée du champignon humain : polyurie, légère diarrhée, diminution des douleurs, tendance des plaies à la cicatrisation, atténuation des troubles fonctionnels, etc., résultats contrôlés dans les hôpitaux.

» Le but de cette Note est, non de tenter une identification, que des différences de coloration dans les cultures observées sur quelques milieux solides végétaux suffiraient à nous interdire, mais uniquement de démontrer que les deux formes typiques existant dans les tumeurs et cultures du champignon parasite du cancer humain se rencontrent dans une affection

---

(1) HARTIG, *Untersuchungen aus dem forstbotanischen Institut zu München*, p. 127, *fig.* 16; Berlin, 1880.

du règne végétal qui présente un grand nombre des caractères assignés aux tumeurs malignes des Vertébrés.

» Ces faits semblent dès maintenant apporter un appui aux observations de Fiessinger, Mathieu, Léon Noël, etc. relatives à l'origine végétale du cancer humain. Mais il importe, avant toute conclusion, de procéder systématiquement à des cultures régulières sur un même milieu, des diverses variétés de Nectries décrites par les auteurs. »

ZOOLOGIE. — *Sur l'absence de régénération des membres postérieurs chez les Orthoptères sauteurs et ses causes probables.* Note de M. **Edmond Bordage**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« Jusqu'à ce jour, les avis ont été partagés au sujet de la régénération des membres postérieurs des Orthoptères sauteurs. Au nombre des naturalistes niant la possibilité de cette régénération, je nommerai Heineken, Graber, Durieu, Frédéricq, Contejean, Werner et Peyerimhoff. Parmi ceux qui l'admettent, je citerai le professeur Griffini (de Turin).

» Afin d'essayer de résoudre cette question controversée, j'ai entrepris un très grand nombre d'expériences sur des représentants des trois familles d'Orthoptères sauteurs, en choisissant comme sujets d'étude : *Phylloptera laurifolia* et *Conocephalus differens,* chez les Locustides; *Acridium rubellum,* chez les Acridides, et *Gryllus capensis,* chez les Gryllides. Ces expériences m'ont amené à conclure à l'absence de régénération des pattes sauteuses. Je n'ai pu, en effet, obtenir la moindre trace de faculté régénératrice.

» Il y a là un fait qui, au premier abord, semble aller à l'encontre de la loi de Lessona, puisque ces pattes sauteuses sont les plus exposées aux morsures des ennemis, et qu'elles peuvent être détachées du corps par autotomie évasive et par *autotomie exuviale.* Nous allons voir cependant que ce cas ne constitue nullement une exception à la loi du célèbre biologiste italien.

» J'ai pu constater, en effet, sur les larves gardées en captivité, combien les mues étaient difficiles après la perte des pattes sauteuses. Les difficultés se présentent surtout pour la dernière mue, lorsque l'Orthoptère doit dégager ses ailes de leur fourreau. Ses grandes pattes postérieures lui auraient permis de s'accrocher plus solidement à quelque objet, lui donnant un précieux point d'appui au moment où il doit faire de pénibles efforts pour se débarrasser de son enveloppe chitineuse.

» Presque tous périssent avant d'avoir pu se défaire de cette enveloppe. Parmi les rares survivants, à une ou deux exceptions près, je n'ai vu que des insectes complètement estropiés, aux ailes toutes chiffonnées et quelquefois même atrophiées, se traînant avec peine. Ces détails étaient surtout frappants chez *Phylloptera laurifolia*.

» Supposons maintenant qu'au lieu d'être en sécurité contre leurs nombreux ennemis, comme ils l'étaient dans les cages où je les élevais, ces Orthoptères mutilés aient été abandonnés à eux-mêmes. Il est alors évident que les rares spécimens qui auraient pu surmonter les dangers présentés par le phénomène de la mue auraient eu, malgré cela, peu de chances d'arriver à leur état parfait. Admettons même que quelques-uns d'entre eux, ayant échappé à tous leurs ennemis, soient parvenus à leur complet développement, après avoir subi la dernière mue, la plus redoutable. Il me semble alors impossible que ces insectes puissent s'accoupler. Tout d'abord, quel que soit leur sexe, l'absence de leurs grandes pattes doit les en empêcher complètement. En second lieu, en supposant encore qu'il n'y eût pas là un cas d'impossibilité insurmontable, on est en droit d'admettre que ces insectes mutilés seront laissés de côté, en vertu de la sélection sexuelle qui semble avoir été nettement constatée chez les Orthoptères sauteurs ([1]). Enfin chez certains de ces Orthoptères à instincts belliqueux, tels que les Grillons, qui se disputeraient non seulement les femelles, mais se livreraient quelquefois des combats mortels pour la possession du trou qui leur sert de demeure, l'absence des pattes postérieures constituerait aussi une bien grande infériorité.

» Il y a donc tout lieu d'admettre que ces différentes causes empêchent

([1]) Voir Ch. Darwin, *La descendance de l'Homme et la sélection sexuelle*. Édition française, 1891, p. 311-318. Parmi les exemples les plus intéressants qui sont cités dans cet Ouvrage, figure le cas du *Pachytylus migratorius*. Körte a constaté le choix exercé par la femelle au profit d'un mâle. Le mâle de cette espèce, accouplé avec une femelle, témoigne de sa colère par des stridulations, lorsqu'un autre mâle s'approche. Si l'appareil musical joue un rôle dans la sélection sexuelle, les Orthoptères sauteurs privés de leurs pattes sauteuses, et qui sont malgré cela parvenus à l'état parfait, doivent être dans de bien grandes conditions d'infériorité par rapport à leurs rivaux; car j'ai remarqué que, leurs ailes étant toutes froissées et quelquefois même atrophiées, leur appareil musical est incapable de fonctionner. Chez les Acridides surtout, l'émission de sons musicaux est rendue tout à fait impossible, puisque les fémurs des pattes sauteuses contribuent à la production de ces sons.

les Orthoptères sauteurs mutilés de concourir à la reproduction de l'espèce. Ce serait évidemment ce qui expliquerait l'absence de la faculté régénératrice.

» Chez quelques espèces d'Orthoptères sauteurs, le trochanter des membres postérieurs est complètement enfoncé (*télescopé*, selon la pittoresque expression de MM. Sharp et Brindley) à l'intérieur de la hanche. J'avais d'abord pensé que cette disposition pouvait peut-être empêcher la régénération. J'ai constaté ensuite qu'il n'en était rien, puisqu'il y avait également absence de régénération chez des insectes qui ne la présentaient point.

» Les cas d'inégalité dans les dimensions des pattes sauteuses observés par Griffini, chez *Pristes tuberosus* et chez des espèces des genres *Œdipoda* et *Gomphocerus*, me paraissent alors être dus à l'atrophie et non pas à la régénération ([1]). J'ai pu constater des particularités analogues chez *Phylloptera laurifolia*. Il arrive parfois, immédiatement après une mue, un arrêt de croissance pour l'une des deux pattes sauteuses qui, jusqu'à ce moment, avaient été parfaitement égales. J'ai même observé des faits semblables pour les ailes, chez la même espèce de Locustide. Lorsque l'insecte subissait sa dernière mue, sur un côté du corps, les ailes se développaient complètement, tandis que celles du côté opposé restaient rudimentaires; leurs dimensions ne dépassant pas celles du fourreau des ailes chez la Nymphe.

» Mais je m'empresse d'ajouter que c'est avec raison que le professeur Griffini croit qu'il peut y avoir régénération des membres des deux paires antérieures chez les Orthoptères sauteurs, d'après une observation faite sur *Platyphyllum Regimbarti*.

» Dans une prochaine Communication, je me propose de montrer l'exactitude de l'hypothèse de Griffini et prouver la possibilité de la régénération des membres en question, ainsi que celle de la régénération des tarses des trois paires de membres chez les Orthoptères sauteurs.

» La constatation du phénomène de l'autotomie exuviale fournit l'explication de ces faits parfaitement en accord avec la loi de Lessona. »

([1]) Griffini déclare d'ailleurs n'avoir jamais obtenu de traces de régénération chez les insectes qu'il élevait en captivité.

PATHOLOGIE ANIMALE. — *Sur les affinités des* Microsporum. Note de MM. L. **Matruchot** et **Ch. Dassonville**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Grüby a, le premier, su différencier, soit par les caractères cliniques, soit par l'étude microscopique des parasites, la *teigne spéciale* causée par le *Microsporum Audouini*, des *teignes trichophytiques* dont les agents sont les *Trichophyton*.

» Les idées de Grüby étaient depuis longtemps tombées dans l'oubli quand, en 1892-94, M. Sabouraud [1], conduit par ses recherches aux mêmes conclusions, remit en honneur la manière de voir de Grüby et la fit adopter par la majeure partie des dermatologistes. Il est généralement admis aujourd'hui que les teignes trichophytiques et la teigne spéciale de Grüby-Sabouraud constituent deux types cliniques bien distincts, et que les parasites correspondants sont essentiellement différents.

» L'étude morphologique des *Microsporum* doit beaucoup à M. Sabouraud et à M. Bodin; mais il nous semble que jusqu'à ce jour les affinités véritables de ces Champignons ont été méconnues.

» M. Sabouraud, qui, le premier, en a fait l'étude botanique, s'attache à préciser leurs dissemblances avec les *Trichophyton*. Il décrit, pour la première fois chez les *Microsporum*, un élément bien caractéristique, qu'il dénomme *hyphe pectinée sporifère* et qu'il considère comme une forme reproductrice conidienne du Champignon. Mais il ne rattache les *Microsporum* à aucun groupe déterminé de Champignons.

» M. Vuillemin considère les conidiophores pectinés décrits par M. Sabouraud comme rapprochant les *Microsporum* des *Martensella*, Champignons vivant en parasite sur diverses Mucorinées; mais c'est là une ressemblance toute superficielle, et ce rapprochement doit être abandonné.

» MM. Delacroix et Bodin [2], étudiant le *Microsporum Audouini* du cheval, se contentent de signaler l'analogie de certaines formes de souffrance du Champignon avec le genre *Endoconidium*, mais n'émettent aucune hypothèse sur les affinités du *Microsporum* avec les autres Champignons.

» Plus récemment, M. Bodin [3] a apporté une importante contribution à l'étude

---

(1) Sabouraud, *Les Trichophyties humaines*; 1894.

(2) Bodin, *Les teignes tondantes du cheval et leurs inoculations humaines* (thèse), p. 41; 1896.

(3) Bodin et Almy, *Le Microsporum du chien* (*Recueil de Médecine vétérinaire*, p. 161; 1897).

morphologique de ce parasite. Il a d'abord reconnu que les hyphes pectinées sont le plus souvent stériles; il les considère comme « des formes de souffrance ou des formes » incomplètes et avortées de reproduction, d'aspect spécial et particulier, mais qui » doivent être considérées comme sans valeur au point de vue de la classification du » Champignon, parce que ce ne sont pas des formes de reproduction conidienne net- » tement caractérisées ». M. Bodin décrit ensuite une formation conidienne qu'il a observée dans le *Microsporum* du cheval et qu'il a retrouvée dans le *Microsporum* de l'homme. Il la considère avec raison comme caractéristique, et la rattache au genre *Acladium*, parmi les Mucédinées.

» On voit, par cet exposé, que, hors la parenté bien hypothétique avec les *Acladium* (Champignons dont on ignore d'ailleurs la position systématique), on ne sait rien sur les affinités réelles des *Microsporum* avec les groupes naturels de Champignons. Nous avons récemment établi (¹) que les *Trichophyton*, et sans doute aussi les *Achorion*, se rattachent aux Ascomycètes de la famille des Gymnoascées. Nous allons montrer aujourd'hui qu'il en est de même pour les *Microsporum*.

» Nous considérons, en effet, que, parmi les diverses formes végétatives et fructifères des *Microsporum*, deux éléments ont une valeur réelle au point de vue des affinités à établir. Ce sont la forme conidienne et l'hyphe pectinée. Nous avons retrouvé nous-mêmes, dans le *Microsporum Audouini* de l'enfant, ces deux formes si caractéristiques (²), et nous estimons que l'une et l'autre démontrent la parenté étroite avec les Gymnoascées.

» L'appareil conidien est, en effet, construit sur le même type que celui des *Gymnoascus*, *Ctenomyces* et *Trichophyton*. Comme dans ces trois genres, les spores sont solitaires et naissent latéralement et irrégulièrement sur les filaments; elles s'y forment par émigration et enkystement du protoplasma, avec évidement du mycélium restant; enfin elles sont fixées par une surface plus ou moins large, et, une fois tombées, semblent comme tronquées à leur base. En un mot, elles ont tous les caractères des spores dites *conidiennes* des Gymnoascées. A elle seule, la formation sporifère pourrait suffire à établir le rattachement des *Microsporum* à cette famille d'Ascomycètes.

(¹) L. Matruchot et Ch. Dassonville, *Sur la position systématique des* Tricophyton *et des formes voisines dans la classification des Champignons* (*Comptes rendus*, 5 juin 1899). — *Sur le Champignon de l'Herpès et sur la classification des Ascomycètes* (*Bull. Soc. Mycol.*; séance du 4 mai 1899).

(²) Remarquons toutefois, en passant, que les conidies observées par nous sur le *Microsporum Audouini* de l'enfant s'insèrent par un pédicule plus étroit que la conidie elle-même.

» Mais les hyphes pectinées fournissent un autre argument, d'importance au moins égale. Loin d'être des organes avortés, sans valeur au point de vue de la recherche des affinités, les hyphes pectinées sont des formations différenciées, qui établissent une affinité très nette avec les Gymnoascées. On les observe en effet normalement chez les *Ctenomyces*, où elles se présentent soit simples avec denticules d'un seul côté, soit ramifiées, comme si quelques-uns des denticules s'étaient allongés végétativement. Ajoutons enfin que, chez les Gymnoascées, les hyphes pectinées ne sont jamais sporifères, et sans doute elles n'ont pu l'être, chez les *Microsporum*, que d'une façon tout à fait accidentelle et anormale.

» Les arguments qui précèdent établissent donc, d'une façon formelle à nos yeux, les liens étroits de parenté qui relient le genre *Microsporum* aux Gymnoascées; il se rapproche des *Gymnoascus* ou des *Ctenomyces* par la forme sporifère, des *Ctenomyces* par les hyphes pectinées. Il reste à savoir si les différences qu'il présente avec ces deux genres et avec les *Trichophyton* et *Achorion* sont faibles ou assez grandes, spécifiques ou génériques : c'est ce qu'une étude morphologique plus complète permettra de déterminer. »

BOTANIQUE. — *Sur la cicatrisation du système fasciculaire et celle de l'appareil sécréteur lors de la chute des feuilles*. Note de M. **A. Tison**, présentée par M. Guignard.

« Dans une Note précédente ([1]), nous avons exposé la façon dont s'opèrent la chute des feuilles et la cicatrisation de la plaie sans indiquer spécialement comment se comportent les faisceaux libéro-ligneux et l'appareil sécréteur. La présente Note est destinée à compléter la précédente sur ces deux points particuliers.

» *Faisceaux libéro-ligneux*. — Au niveau de l'articulation des pétioles, c'est-à-dire dans la région où doit s'établir la couche séparatrice, le stéréome des faisceaux fait toujours défaut; les seuls éléments lignifiés que l'on y trouve sont les vaisseaux. Les fibres ligneuses manquent, il en est de même des fibres libériennes dans la majorité des cas; d'ailleurs, quand celles-ci existent, elles sont peu nombreuses et à parois molles. De plus, les fais-

---

([1]) *Comptes rendus* du 19 juin 1899.

ceaux subissent fréquemment dans cette région une réduction de volume plus ou moins accentuée.

» La couche séparatrice et la surface de déhiscence se forment à travers le tissu mou des faisceaux par le même procédé que dans le tissu fondamental, quoique fréquemment à des niveaux très différents. Les tubes criblés et les vaisseaux seuls sont brisés lors de la chute de la feuille.

» La cicatrisation se fait par une modification scléro-subéreuse des cellules existantes semblable à celle du tissu fondamental. Cette dernière modification n'intéresse ni les tubes criblés, qui sont le plus souvent écrasés sous la pression des cellules voisines, ni les vaisseaux. Ces derniers se bouchent soit par de la *gomme de blessure,* soit par des thylles, le plus souvent par les deux à la fois.

» Le dépôt de la gomme de blessure dans les vaisseaux ne se produit, à de rares exceptions près (*Cladrastris, Gleditschia,* etc.), qu'après la chute de la feuille. Les thylles au contraire, quand ils existent, se développent toujours auparavant dans toute la base du pétiole et dans le coussinet, c'est-à-dire au-dessus et au-dessous de la surface de déhiscence ([1]); au niveau de cicatrisation, ils se scléro-subérisent comme le parenchyme fasciculaire dont ils sont une dépendance.

» Si, au moment de la chute, le tissu fondamental renferme un périderme cicatriciel, ce dernier ne traverse alors jamais les faisceaux; il est même rare qu'il le fasse avant l'hiver (*Negundo, Sorbus, Pyrus,* etc.); mais, dans tous les cas, les faisceaux sont traversés pendant la seconde année. La zone génératrice de ce périderme s'établit aux dépens des éléments parenchymateux des faisceaux; à ce niveau les tubes criblés s'écrasent et se brisent de même qu'à celui de la couche séparatrice; les vaisseaux se brisent également, mais leurs thylles, quand il en existe, *entrent presque toujours en recloisonnement et interviennent dans la formation du périderme.*

» *Appareil sécréteur.* — Les cellules cristallifères, qu'elles se trouvent ou non au milieu d'un tissu en voie de division, ne se recloisonnent jamais. A l'intérieur des couches de cicatrisation, leurs membranes subissent une modification scléro-subéreuse de même que le parenchyme ambiant ou simplement une modification scléreuse, les deux cas pouvant exister dans une même cicatrice. Lorsque ces cellules se scléro-subérisent,

---

([1]) Il en est de même de la gomme dans les cas assez rares où elle apparaît avant la chute de la feuille.

la mince couche subéreuse interne ne s'étend pas seulement sur leur membrane extérieure, mais aussi sur la mince enveloppe pecto-cellulosique qui épouse le contour du cristal et sur les ponts de même nature qui relient souvent cette dernière aux parois de la cellule.

» Les autres cellules sécrétrices isolées ne subissent aucune modification dans le coussinet (*Benzoin, Magnolia*, etc.).

» Les laticifères rameux (*Ficus, Morus, Broussonetia, Maclura, Cudrania, Periploca*, etc.) se bouchent, avant la chute de la feuille, par deux cloisons : l'une au-dessus de la couche séparatrice dans le pétiole, l'autre au-dessus d'elle dans le coussinet. Ces cloisons sont *allongées en doigt de gant* l'une vers l'autre dans la direction de la surface de déhiscence, puis le laticifère se brise entre les deux au niveau de la couche séparatrice. Ces laticifères ne subissent aucune modification de leurs parois dans la traversée des couches scléro-subéreuses, ni aucun recloisonnement au niveau du périderme vis-à-vis duquel ils se brisent de nouveau.

» Les laticifères articulés de l'*Amorpha* s'obstruent par concrétion de leur contenu; ils ne sont pas modifiés au niveau des couches de cicatrisation et se brisent vis-à-vis de la couche séparatrice et du périderme cicatriciel. Mais, le plus souvent, les laticifères articulés se recloisonnent transversalement avant la chute de la feuille au niveau de la lame de cicatrisation et prennent, comme les cellules parenchymateuses de cette dernière, la caractérisation scléro-subéreuse (*Acer, Negundo, Æsculus*, etc.). Ces mêmes laticifères se recloisonnent également au niveau du périderme cicatriciel et *contribuent à la formation de ce tissu*.

» Les canaux sécréteurs des *Rhus* se bouchent par prolifération de leurs cellules épithéliales sur une certaine longueur de la base du pétiole et dans le coussinet. Cette obstruction se produit avant la chute de la feuille et le tissu de remplissage ainsi formé prend la même caractérisation que les couches scléro-subéreuses à leur niveau; il contribue, par ses recloisonnements, à former le périderme. Chez certains *Aralia*, ces canaux s'obstruent par un dépôt de gomme de blessure.

» Dans les poches sécrétrices des *Tilia* et des *Ptelea*, les cellules épithéliales ne subissent aucune prolifération au niveau des couches de cicatrisation, mais leurs membranes se scléro-subérisent. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Écarts barométriques sur le méridien du Soleil aux jours successifs de la révolution synodique.* Note de M. A. POINCARÉ, présentée par M. Mascart.

« Dans la dernière Communication présentée à l'Académie ([1]), j'ai donné le profil, sur le méridien de Greenwich, méridien du Soleil au moment des observations simultanées, des hauteurs barométriques moyennes en Soleil austral, avec indication des écarts qui correspondent, d'une part à la nouvelle Lune et à la pleine Lune, de l'autre à la déclinaison boréale ou australe de la Lune. Cette indication était déduite de la combinaison des deux mois synodiques IV et XI (mars et octobre 1883), où les révolutions synodique et tropique s'entrecroisent symétriquement et que, pour ce motif, j'appelle *mois en pendant*.

» Le travail étant aujourd'hui terminé pour l'année entière, je puis établir des moyennes, beaucoup plus rapprochées de la réalité, par jour synodique et par jour tropique.

» Je ne fais entrer ici dans les groupements que les dix mois en pendant deux à deux : I, II, III, IV, V (10 novembre 1882-6 mai 1883) et VIII, IX, X, XI, XII (4 juillet-28 novembre). Le maintien dans les calculs des deux mois sans pendant VI et VII changerait assez peu les résultats, mais les rendrait moins logiques et moins réguliers.

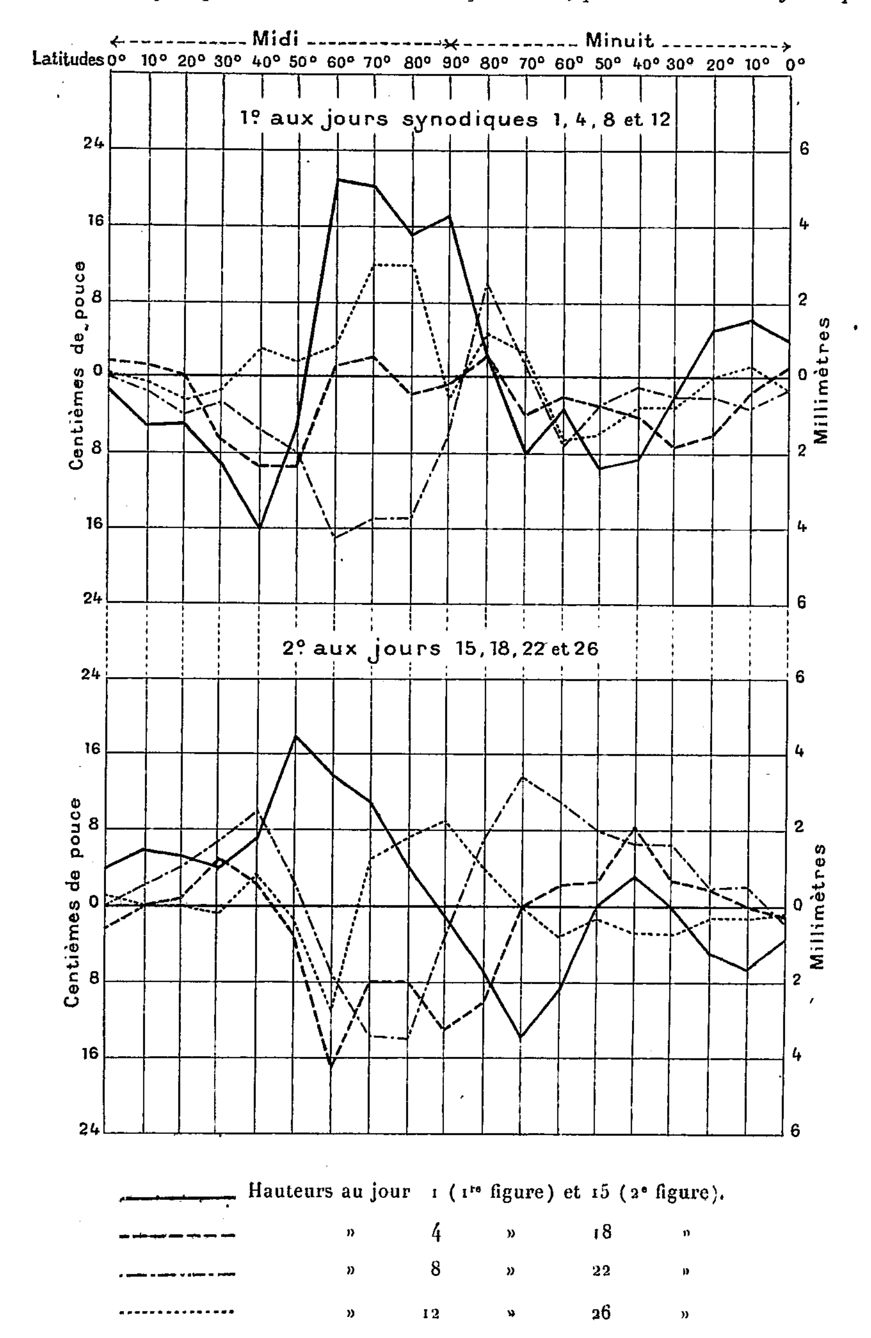
» La double figure ci-après représente les principaux de ces résultats en ce qui concerne la révolution synodique. Elle donne, aux latitudes de 10° en 10° du demi-cercle méridien de Greenwich, les écarts barométriques, à midi 13^m Paris, des jours synodiques 1, 4, 8, 12, 15, 18, 22 et 26, c'est-à-dire les différences moyennes entre les cotes réelles et les cotes dites *normales*, ou moyennes des mois synodiques auxquels elles appartiennent respectivement ([2]).

([1]) *Comptes rendus*, n° 17, 24 mai 1899 (*Errata* au n° 18).

([2]) Je conserve les numéros des jours dits de la Lune, de 1 à 29. Quand NL est avant le premier minuit du jour 1, je prends, pour cote du midi dudit jour, la moyenne des cotes des jours 0 et 1.

Dans la figure page 1062 de la Communication sus-rappelée, les différences sont portées de part et d'autre du profil normal moyen en Soleil austral. Ici elles sont comptées à partir de la ligne des abscisses.

Écarts barométriques produits, sur le méridien du Soleil, par la révolution synodique.



» Distribué sur l'hémisphère, l'ensemble des profils moyens des vingt-neuf jours dessinerait une surface qui ne suffirait pas à déterminer la seule reproduction, par la révolution lunaire, de l'onde moyenne aux différentes latitudes, la Lune restant à l'équateur et à la distance moyenne. A cette reproduction s'ajoutent les effets consécutifs, localisés ou marchant en spirale, de la rotation terrestre et du déplacement de l'onde, sans compter ceux des reliefs.

» La figure montre que les écarts négatifs tendent à se porter du côté de la Lune et les positifs du côté opposé.

» De NL à PL, les surpressions sont réduites et repoussées dans le sens minuit vers midi et inversement de PL à NL.

» Nonobstant cette marche d'ensemble, les variations du profil, de NL à PL, ont une analogie frappante.

» Pour les analyser succinctement, au lieu de prendre les cotes aux latitudes de 10° en 10°, comme dans la figure, il vaut mieux les prendre aux points saillants des profils. On a le Tableau suivant :

	Équateur		10°		45°		65°		Pôle midi et minuit.
Jours.	midi.	minuit.	midi.	minuit.	midi.	minuit.	midi.	minuit.	
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1...	−0,25	+1, 0	−1,25	+1,50	−4,25	−3, 0	+6, 0	−2, 0	+4,25
4...	+0,25	+0,25	+0,25	−0,25	−2,25	−1, 0	+0,60	−0,60	−0,20
8...	0	−0,25	−0,25	−0,75	−1,60	−0,60	−4, 0	−1,70	−1,50
12...	0	−0,25	−0,25	+0,25	+0,60	−1, 0	+2,80	−1, 0	−0,50
15...	+1, 0	−1, 0	+1,50	−1,50	+4, 0	+0,50	+3,10	−3,70	−0,25
18...	−0,50	−0,50	0	0	0	+2,50	−4, 0	+0,50	−3,25
22...	0	−0,12	+0,50	+0,50	+2,50	+1,90	−4, 0	+3, 5	−1,10
26...	+0,25	0	0	−0,25	+0,30	−0,50	−2, 0	−0,50	+2,10

» *Équateur.* — Quelque indécision dans les cotes, non seulement à cause de la difficulté d'apprécier la cote de chaque jour sur une ligne où les observations manquent, mais surtout parce que l'étroite bande équatoriale à renversement d'écart est en transition à l'E*q*L [1].

» Aux jours 1 et 15, 1^{mm} au-dessous de la normale sous la Lune, 1^{mm} au-dessus du côté opposé. Écarts faibles aux autres jours. C'est, on devait s'y attendre, la représentation atténuée de l'onde lunaire ramenée dans les limites du jour.

---

[1] Voir *Comptes rendus*, 7 novembre 1898, p. 743.

» *Parallèle* 10°. — Aux jours 1 et 15, $-1^{mm},50$ côté Lune, $+1^{mm},50$ côté opposé. L'oscillation diurne due à la Lune est de 3^{mm} en NL, comme en PL, avec simple déplacement du jour à la nuit. D'une façon générale, dans les basses latitudes, les différences d'action à NL et à PL ne semblent pouvoir se rattacher qu'à ce déplacement et aux cas de coïncidence des excavations du profil dues au Soleil et à la Lune. En Soleil austral, cette coïncidence ne se rencontre guère qu'au mois III et pour PL comme pour NL. En Soleil boréal, on la trouve à toutes les NL, sauf à celle du mois VI.

» En dehors des jours voisins de NL et de PL, les écarts restent faibles sur le méridien du Soleil.

» *Parallèle* 45°. — Les écarts sont à peu près tous de même signe à midi et à minuit; l'onde proprement dite est noyée dans les effets des refoulements. Ils sont positifs du jour 13 au jour 26, négatifs du 27 au 12. Plus forts écarts dépassant 4^{mm} en moins à NL, en plus à PL.

» *Parallèle* 65°. — Le mouvement diurne réapparaît. Faibles aux jours 4 et 27, les différences entre midi et minuit atteignent 7^{mm} à 8^{mm} aux jours 1, 7, 15, 22 et 29, les + étant souvent ici côté Lune et les — côté opposé. Mais il y a, plus encore qu'à 45°, à tenir compte des effets des reliefs et des effets accumulés des refoulements et des reflux, et ces différences ne tournent pas entières, à beaucoup près sans doute.

» *Pôle*. — L'effet des retombées d'air est à son maximum au jour 1, où l'écart positif atteint $4^{mm},25$. La vidange s'activant, la cote d'écart devient nulle du 3 au 4, est à $-1^{mm},50$ au 8, remonte à $-0^{mm},25$ au PL, redescend brusquement jusqu'à $-3^{mm},25$ au 18. De là, elle remonte rapidement jusqu'au maximum du NL, en passant par 0 du 23 au 24.

» Ne pas perdre de vue que tous ces chiffres ne correspondent qu'à l'action de la Lune, supposée maintenue dans le plan de l'équateur terrestre. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les ascensions dans l'atmosphère d'enregistreurs météorologiques portés par des cerfs-volants*. Note de M. **Léon Teisserenc de Bort**, présentée par M. E. Mascart.

« L'emploi des cerfs-volants pour porter des instruments enregistreurs au sein de l'atmosphère tout à fait libre a été depuis quelques années préconisé avec succès par les savants des États-Unis. A l'observatoire de Blue

Hill, près Boston, M. L. Rotch a pu ainsi recueillir depuis quatre ans des documents très intéressants.

» Depuis l'automne de l'année 1897 nous avons commencé des recherches analogues à l'observatoire de météorologie dynamique de Trappes et, dans le courant de l'année 1898, nos enregistreurs ont atteint plusieurs fois l'altitude de 2000^m.

» Cette année, grâce à une perfection plus grande dans la construction de nos cerfs-volants du modèle cellulaire Hargrave (employé aussi en Amérique), nous avons pu élever les instruments à 3940^m le 14 juin, à 3590^m le lendemain et, le 3 juillet, nous avons encore dépassé 3300^m.

» Nos sondages, exécutés à Trappes pendant plus de cent journées, mettent bien en évidence le caractère différent de la décroissance de température dans les zones de hautes pressions et dans les aires de basses pressions. Dans les premières, dès qu'on s'est élevé à quelques centaines de mètres du sol, on voit la décroissance de la température se ralentir et souvent on constate des inversions de température; dans les secondes, au contraire, la décroissance est rapide et atteint la valeur indiquée par la détente adiabatique de l'air plus ou moins humide suivant les cas.

» Par rapport au régime des vents, nos ascensions montrent :

» 1° Que, par temps clair et fortes pressions, la vitesse du vent décroît généralement à mesure qu'on s'élève au-dessus du sol jusqu'à une altitude qui varie entre 1500^m et 3000^m;

» 2° Au contraire, par temps couvert et basses pressions, le vent augmente sensiblement avec la hauteur, particulièrement au voisinage de la couche de nuages inférieurs. »

M. **G.-B. Olivero** adresse, de Moncalieri, une Lettre relative à un Mémoire d'Astronomie précédemment communiqué par lui à l'Académie.

(Renvoi à la Section d'Astronomie.)

La séance est levée à 4 heures.

M. B.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 17 JUILLET 1899,

PRÉSIDENCE DE M. VAN TIEGHEM.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur les combinaisons du sulfure de carbone avec l'hydrogène et l'azote;* par M. **Berthelot.**

« Voici quelques expériences relatives aux combinaisons du sulfure de carbone effectuées sous l'influence de l'effluve électrique, combinaisons d'un caractère tout spécial, expériences qui concourent à préciser les conditions des réactions effectuées par cette méthode.

Hydrogène.

» 1. Hydrogène 100^{vol} + sulfure de carbone gazeux 70^{vol}. Courant agissant sur la bobine $12^{volts},6$. 21°. Pression barométrique voisine de 750^{mm}.

Cinq heures d'action. Le sulfure de carbone a disparu entièrement, soit 70^{vol}; le volume de l'hydrogène absorbé étant 36^{vol}. Rapport 2 : 1,03.

» 2. Hydrogène 100^{vol} + sulfure de carbone gazeux 68^{vol}. 25^{volts}. 24°. Une heure. Tout le sulfure de carbone a disparu. Le volume de l'hydrogène absorbé était $34^{vol},3$, soit 2 : 1,01.

» 3. Le même rapport sensiblement a été observé avec un mélange de 100^{vol} $H^2 + 81^{vol}$ argon + 133 CS^2 gaz. $12^{volts},6$. 21°. Gaz disparus : $CS^2 = 77^{vol}$; $H^2 = 38^{vol}$; $Arg^2 = 2^{vol}$.

» 4. Si l'on abaisse la tension du courant jusqu'au terme voisin de celui où il cesserait d'actionner la bobine d'induction, l'hydrogène est également absorbé; mais la proportion de sulfure de carbone condensé augmente :

$$100^{vol}\ H^2 + 73^{vol}\ CS^2 \text{ gaz à } 24^{o}.\ 4^{volts},2.\ 16 \text{ heures},$$
$$\text{Gaz disparus : } CS^2 = 28^{vol};\ H^2 = 6.$$

» On remarquera qu'il subsiste un peu plus de moitié de CS^2 gazeux. Dans les conditions des expériences précédentes il se forme un produit résineux solide, jaune, doué d'une odeur analogue au mercaptan. Ce produit est insoluble dans l'éther. Le sulfure de carbone le dissout en petite quantité. La potasse concentrée l'attaque à froid, sans le dissoudre entièrement; la liqueur obtenue noircit faiblement le papier d'acétate de plomb et donne naissance, par addition d'acide chlorhydrique en excès, à un léger dégagement d'hydrogène sulfuré.

» D'après ces observations, la réaction de l'effluve sur un mélange d'hydrogène et de sulfure de carbone produit un composé répondant à la formule $C^2H^2S^4$; ce qui représenterait soit un acide oxalique persulfuré, soit plutôt un persulfure dérivé de l'aldéhyde glycollique (glyoxal)

$$C^2H^2O^2,$$
$$C^2H^2S^2;\quad C^2H^2S^2 + S^2.$$

Pour une tension électrique suffisante, ce composé se forme seul. Mais, si la tension est trop faible, la polymérisation du sulfure de carbone se poursuit plus rapidement que sa combinaison avec l'hydrogène.

Azote.

» 1. Azote 100^{vol} + CS^2 gazeux 69^{vol}; à 22°. $H = 754^{mm}$. $12^{volts},6$. Tout CS^2 a disparu après dix heures. Azote absorbé : 16^{vol}. Rapport : $4CS^2 : Az^2$.

» 2. Dans une autre expérience, faite avec les mêmes volumes relatifs, sous une tension de 25^{volts}, mais qui a duré seulement trois heures, la moitié seulement du sulfure de carbone avait disparu, le rapport entre les gaz condensés étant $7CS^2 : Az^2$.

» Il semble que la condensation du sulfure de carbone aurait marché plus vite que sa combinaison avec l'azote dans les dernières conditions, comme si, en accroissant la tension du courant qui alimente la bobine, on diminuait la tendance de l'azote à se combiner avec le sulfure de carbone. Mais ceci réclame une étude plus approfondie.

Argon.

» (1) *Argon*, $100^{vol} + CS^2$ gaz, 70^{vol}. — 23°. 6^{volts},3. Trois heures. Le sulfure de carbone a entièrement disparu, en même temps que 2 volumes d'argon. Rapport $34CS^2 : Arg^2$.

» (2) *Argon*, $100^{vol} + CS^2$, 73^{vol}. — 21°,5. 6^{volts},3. Vingt heures. — Le sulfure a disparu, avec 2^{vol},5 d'argon.

» (3) *Argon*, $100^{vol} + CS^2$, 68^{vol}. 12^{volts},6. Cinq heures. Pluie de feu violente. Tout le sulfure a disparu. Absorption de l'argon, nulle.

» (4) *Argon*, 100^{vol} (provenant de l'expérience précédente) $+ CS^2$, 72^{vol}. — 23°. 4^{volts},2. Six heures. Tout le sulfure a disparu, en même temps que 3 volumes d'argon. Rapport $24CS^2 : Arg^2$.

» Ces résultats indiquent que la combinaison cesse de s'effectuer, ou devient insignifiante, sous des tensions trop fortes, la condensation du sulfure se poursuivant seule.

» Avec l'azote on paraît observer quelque chose d'analogue.

» Je rappellerai que la transformation de l'oxygène en ozone par l'électricité est, à la température ordinaire, de même ordre de petitesse que les combinaisons de l'argon, soit avec la benzine, soit avec le sulfure de carbone. Elle diminue également quand la tension devient trop forte. Elle est moindre avec une série d'étincelles électriques qu'avec l'effluve : ce qui s'explique parce que l'élévation de température détruit l'ozone déjà formé. La formation de l'ozone est également moindre, quoique réelle, avec des tensions excessivement faibles : ce qui s'explique aussi parce que l'on observe seulement celle qui répond au rapport entre la vitesse de formation de l'ozone, pour une tension électrique donnée, et sa vitesse de décomposition spontanée dont j'ai indiqué la mesure.

» Au contraire, la combinaison de l'azote avec l'oxygène suit une marche inverse, n'ayant pas lieu sous les faibles tensions de l'effluve, apparaissant au delà d'un certain terme et devenant de plus en plus active, sous l'influence d'étincelles de plus en plus fortes.

Oxyde de carbone.

» J'ai également examiné l'influence de l'effluve sur un mélange d'oxyde de carbone et de sulfure de carbone.

» *Oxyde de carbone*, $100^{vol} + CS^2$, 68^{vol}. 23°. 6^{volts},3. Dix heures. — Il reste seulement 3,5 de CO, exempt d'acide carbonique. La matière jaune condensée est un mélange des produits propres de condensation du sulfure de carbone et de l'oxyde de carbone; composés condensables séparément par l'effluve. Cependant l'oxyde de carbone, traité séparément, fournit une certaine dose d'acide carbonique (*Essai de Mécanique chimique*, t. II, p. 379), lequel n'apparaît pas ici.

» Le mélange obtenu, traité par l'eau, se dissout en partie. La liqueur filtrée offre une réaction acide et elle contient un acide oxysulfuré, que l'acide azotique oxyde à l'ébullition, en produisant de l'acide sulfurique. Il résulte de ce fait que, sous l'influence de l'effluve, l'oxyde de carbone et le sulfure ont exercé une certaine action réciproque.

» On voit par là de nouvelles preuves de la grande efficacité de l'effluve pour provoquer des combinaisons entre les corps soumis à son action : ces corps, ainsi que j'ai eu occasion de le dire, en parlant des réactions de l'azote, tendent à former ainsi des composés condensés et polymérisés, de l'ordre de ceux que produit la chaleur rouge sur les composés organiques (¹) et sur les oxydes métalliques (²), de l'ordre également de ceux qui sont engendrés sous l'influence de la lumière, ou bien formés dans les tissus des êtres vivants végétaux, ou animaux. »

(¹) *Essai de Mécanique chimique*, t. II, p. 45.

(²) *Annales de Chimie et de Physique*, 4ᵉ série, t. IX, p. 478 et 479; 1866.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Remarques sur la combinaison de l'azote avec l'oxygène;* par M. **Berthelot.**

« En purifiant l'argon de l'azote, qui formait le mélange que j'avais à ma disposition dans la proportion de 30 centièmes, j'ai mesuré le rapport entre l'azote et l'oxygène, combinés lentement sous l'influence de l'étincelle électrique, et absorbés à mesure par la potasse : ce rapport mérite quelque attention, au point de vue de la formation successive et graduelle des différents oxydes de l'azote.

» J'opérais avec de grosses éprouvettes, de 250^{cc} à 300^{cc}, sur le mercure. Les étincelles jaillissaient entre deux longs fils de platine, introduits chacun à travers un tube de verre à double courbure, ouvert des deux côtés et rempli de mercure, conformément au dessin que j'ai donné dans mon *Essai de Mécanique chimique*, t. II, p. 340 (voir aussi *Ann. de Chim. et de Phys.*, 5e série, t. XII, p. 468; 1877). Cette disposition permet d'opérer sans fils soudés dans le verre, et en faisant varier à volonté la distance explosive. Les fils de platine sortent de part et d'autre librement des tubes de verre.

» On a mélangé l'argon impur avec une proportion d'oxygène un peu supérieure au double du volume de l'azote, dans la pensée que la réaction devait former du peroxyde d'azote : $Az + O^2 = AzO^3$.

» Après introduction du mélange gazeux dans l'éprouvette, on y glisse les deux tubes de verre, puis les fils de platine dans ces derniers; enfin, à l'aide d'une pipette courbe, on fait arriver dans l'éprouvette 20^{cc} à 30^{cc} d'une solution presque saturée de potasse. La tension de la vapeur d'eau contenue dans les gaz, dans ces conditions, est extrêmement faible. La distance située entre la couche liquide de potasse dans l'éprouvette et la région supérieure où jaillissent les étincelles est de 15^{cm} environ. Cela fait, on met les fils de platine en rapport avec les pôles d'une bobine d'induction, alimentée par un courant d'une tension de $12^{volts},6$.

» En arrêtant les fils parallèlement à une distance convenable, et en réglant l'interrupteur vibrant, il jaillit, entre les deux fils, un flux continu d'étincelles, sur une longueur de 10^{mm} à 15^{mm}, formant une sorte de ruban violet très brillant. — Pour une certaine période de l'interrupteur, le flux d'électricité devient si actif que les fils rougissent et que le ruban lumi-

neux violet se transforme en une flamme rouge continue. — Il convient de prévenir ce phénomène. Il est également indispensable d'éviter que les étincelles viennent à toucher le verre de l'éprouvette, dont elles pourraient déterminer l'échauffement, la décomposition et la rupture.

» Étant données les conditions que je viens de décrire, on voit apparaître dans les gaz une teinte à peine sensible de vapeur nitreuse, qui se diffuse rapidement, sous l'influence de l'agitation violente des gaz par le flux d'étincelles, et se dissout à mesure au sein de la potasse située au-dessous, en formant un mélange d'azotite et d'azotate.

» C'est ici que j'ai constaté une circonstance intéressante. Quand l'absorption a cessé, par suite de l'absorption totale de l'azote, en mesurant la proportion d'oxygène restant mélangé à l'argon, j'ai reconnu que cette proportion était fort inférieure à celle qui répond au peroxyde d'azote. Dans une première expérience, le rapport entre l'azote et l'oxygène combinés a été trouvé le suivant :

$$Az : O = 1,65;$$

dans une seconde expérience :

$$Az : O = 1,84$$

au lieu de 2,0.

» Or, d'après ce dernier rapport, les acides azoteux et azotique, ou, plus exactement, l'azotite et l'azotate de potasse auraient dû prendre naissance à équivalents égaux :

$$2AzO^2 + 2KOH = AzO^2K + AzO^3K + H^2O,$$

tandis que l'expérience a indiqué, dans les deux cas, un excédent d'acide azoteux.

» Il paraît résulter de cette circonstance que l'acide azoteux gazeux se forme tout d'abord, *même en présence d'un excès d'oxygène*, et qu'il ne se change en peroxyde d'azote que par une action plus lente, assez lente même pour que le gaz azoteux à très faible tension ait le temps de se diffuser à travers une colonne gazeuse longue de $0^m,10$ à $0^m,15$ et d'atteindre la potasse, qui le fixe sous forme d'azotite, avant que l'oxygène en excès contenu dans cette colonne l'ait changé en peroxyde d'azote.

» En un mot, le bioxyde d'azote, formé dans l'action de l'étincelle sur le mélange d'azote (d'argon) et d'oxygène, se combine d'abord à un premier

atome d'oxygène, pour former l'acide azoteux

$$2AzO + O = Az^2O^3$$

avant de s'unir avec un second atome d'oxygène pour former le peroxyde d'azote

$$Az^2O^3 + O = 2AzO^2.$$

» J'ai déjà signalé cette circonstance, en étudiant directement l'action du bioxyde d'azote sur l'oxygène. Lorsqu'on fait ariver bulle à bulle le bioxyde d'azote dans une atmosphère d'oxygène, en présence d'une dissolution concentrée de potasse (ou même de baryte), sous une large surface et en agitant continuellement, il ne se forme guère que de l'azotite de potasse, par exemple 96 à 98 pour 100 de la dose équivalente au bioxyde d'azote (*Ann. de Ch. et de Phys.*, 5e série, t. VI, p. 193). Les expériences actuelles fournissent une nouvelle confirmation de la succession des deux formations, aussi bien à partir de l'azote libre que du bioxyde d'azote. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Cultures dérobées d'automne. Leur efficacité comme engrais vert;* par M. **P.-P. Dehérain.**

« J'ai déjà entretenu l'Académie (1) des avantages que trouvent les cultivateurs à semer sur les chaumes de blé, immédiatement après la moisson, une plante à végétation rapide, telle que la vesce d'hiver.

» Rejetant dans l'atmosphère, par sa transpiration, la plus grande partie de l'eau tombée, elle restreint, dans le sol qu'elle dessèche, la formation des nitrates et leur entraînement dans les couches profondes, fort à craindre quand les terres sont découvertes. Ces cultures dérobées, enfouies comme engrais vert, exercent, en outre, une action marquée sur la récolte suivante. Je suis en mesure d'en fournir aujourd'hui à l'Académie un exemple frappant.

» La réussite des cultures dérobées est étroitement liée à l'abondance de la pluie pendant les mois d'août et de septembre; s'ils sont absolument secs, ainsi qu'il est arrivé en 1895, la culture avorte; mais, depuis huit ans que j'ensemence régulièrement mes chaumes de blé, c'est le seul échec que j'ai eu à enregistrer; les autres années, on a toujours obtenu des poids

(1) *Comptes rendus*, t. CXX, p. 59; 1895.

d'engrais vert d'une valeur supérieure à la dépense qu'occasionne l'achat de la semence; en 1897, notamment, le succès a été complet.

» Cette année-là, on a recueilli au pluviomètre de la Station agronomique de Grignon : 72^{mm} d'eau de pluie en août, 53^{mm} en septembre et $7^{mm},8$ en octobre, ou en tout 133^{mm}. Les cultures dérobées ont profité de cette humidité; en général, elles ont été excellentes, non cependant sans présenter quelques irrégularités; au milieu de parcelles donnant 14 ou 15 tonnes d'engrais vert, il s'en trouve qui en donnent 18 tonnes; dans une autre partie du champ d'expérience, la moyenne de quatre parcelles tombe à 13570^{kg}, dans une autre à 8110^{kg}.

» Si grandes que soient ces différences, elles ne correspondent pas cependant à une qualité particulière du sol, supérieure sur certains points à ce qu'elle serait sur d'autres, car ces différences ne se produisent pas toujours dans le même sens, et l'on trouve, dans les registres de la station, que le blé, les betteraves ou les pommes de terre ont donné souvent, sur les parcelles à faible rendement de vesce de 1897, des récoltes égales ou même supérieures à celles qu'on a recueillies sur les terres où la vesce a si bien réussi il y a deux ans.

» La vesce analysée au moment où on allait l'enfouir à la fin d'octobre était déjà partiellement desséchée; on y a trouvé de 28,6 à 36,9 centièmes de matière sèche, et, dans 100 de celle-ci, une quantité d'azote à peu près constante de 3,55. On a eu le soin de peser toute la partie aérienne de la vesce avant l'enfouissage, et l'on a pu calculer la quantité d'azote contenue dans la récolte d'un hectare et le poids de fumier de ferme auquel elle équivaut; en 1897 la vesce enfouie sur 22 parcelles du champ d'expériences a correspondu en moyenne à 28 tonnes de fumier de ferme à 5^{kg} d'azote par tonne; les écarts ont été considérables : sur deux parcelles la vesce équivalait à plus de 40 tonnes de fumier, et sur trois elle était au-dessous de vingt; les autres nombres sont intermédiaires entre ces extrêmes.

» Au printemps de 1898, je résolus de profiter de ces différences dans les quantités d'engrais vert enfoui pour préciser sa valeur, et j'ordonnai de planter des pommes de terre appartenant à la même variété, alternativement sur une parcelle où l'engrais vert était abondant, puis sur une autre où, au contraire, il ne s'était que médiocrement développé; toutes les parcelles reçurent uniformément la valeur de 30 tonnes de fumier par hectare; la fumure ne présentait donc d'autre variable que le poids de vesce enfoui au mois d'octobre précédent.

» Les pommes de terre plantées appartenaient à plusieurs variétés différentes : nous continuons à cultiver avec succès, au champ d'expériences de Grignon, la *Richter's-Imperator*, préconisée par notre regretté confrère Aimé Girard; toutefois, comme ses rendements avaient faibli en 1897, nous avons planté, comparativement avec les semenceaux provenant de nos propres cultures, d'autres acquis en dehors. Plusieurs cultivateurs reprochent à la Richter de se mal conserver dans les silos pendant l'hiver, et nous avons introduit, dès 1897, deux nouvelles variétés qui viennent de Bohême; elles portent les noms de *Professeur-Mœrcker* et de *Docteur-Lucius;* elles paraissent présenter de remarquables qualités; nous avons planté encore la *Géante-Bleue,* variété nouvelle dont les rendements ont rapidement baissé; enfin, j'ai essayé une variété qui m'a été adressée du département de l'Oise par M. *Poulet.*

» Les résultats obtenus sont réunis dans le Tableau suivant :

Culture des pommes de terre au champ d'expériences de Grignon en 1898. *Tous les nombres sont rapportés à l'hectare. Fumure uniforme :* 30 *tonnes de fumier.*

	Poids			
Variétés plantées.	de vesce enfouie.	de l'azote contenu dans la vesce.	du fumier de ferme correspondant.	des tubercules recueillis en quintaux métriques.
	kg	kg	kg	
Professeur-Mœrcker.	11500	134	26800	302
	8200	100	20000	263
Docteur-Lucius.	15000	163	32600	318
	9100	108	21600	250
Richter.	14100	143	28600	288
Semenceau Grignon.	8300	95	19000	221
Richter.	8200	100	20000	308
Semenceau Vilmorin.	1920 (¹)	28	5760	250
Variété Poulet.	13800	150	30000	208
	8600	100	20000	163
Géante-Bleue.	6900 (²)	79,8	15960	74
	9600	110	22000	173

(¹) On a cultivé, en culture dérobée, des pois au lieu de vesce.

(²) Cette parcelle ne reçoit que les engrais verts que lui fournissent les cultures dérobées.

» On voit quel supplément considérable de fumure apportent les cultures dérobées : la fumure de 30 tonnes de fumier distribuée partout est parfois doublée (¹); on voit en outre que toujours les poids des tubercules récoltés s'élèvent ou s'abaissent avec ceux de la vesce enfouie.

» Quand la variété Mœrcker a reçu 13800^{kg} de vesce, elle a donné 30200^{kg} de tubercules, et seulement 26300^{kg} quand le poids de vesce enfouie est tombé à 8200^{kg}. La variété Lucius fournit 31800^{kg} de tubercules avec 15 tonnes de vesce, et 25000^{kg} avec 9100^{kg} de fumure verte. On trouve des différences analogues pour la Richter, semenceaux de Grignon, et pour la variété Poulet. Les autres comparaisons ne sont plus aussi régulières, car une des parcelles plantées en Richter (semenceaux Vilmorin) avait porté une culture dérobée de pois qui avait mal réussi. Une des parcelles plantée en Géante-Bleue reste toujours sans engrais; la vesce y a été, par suite, beaucoup moins abondante que sur les autres carrés.

» En restreignant la comparaison aux variétés pour lesquelles elle est légitime, on trouve qu'un surcroît d'une tonne de vesce enfouie détermine une augmentation de tubercules à l'hectare de :

tonne	
1,18	pour Mœrcker
1,13	pour Lucius
1,15	pour Richter, semenceau de Grignon
0,86	pour Poulet

ou, en moyenne, d'une tonne.

» Si, de plus, on se rappelle qu'une tonne de pommes de terre renferme 3^{kg} d'azote, tandis qu'en 1897 une tonne de vesce, prise au moment de l'enfouissage, en renfermait 10, on reconnaîtra que l'action fertilisante de l'engrais vert n'est pas épuisée par cette première récolte, et qu'au contraire le sol se trouve enrichi d'une quantité notable d'azote prélevé sur l'atmosphère.

» Les cultures de betteraves de 1898 conduisent encore aux mêmes conclusions; il n'a pas été possible de les disposer de façon à mettre en lumière, par des différences de rendement, l'influence des cultures dérobées, comme on l'a fait pour les pommes de terre, car toutes les parcelles ensemencées en betteraves avaient porté de très bonnes cultures de vesce;

(¹) Il ne faut pas s'étonner de voir, dans le Tableau précédent, des poids égaux de vesce enfouie correspondre à des quantités variables d'azote : ces irrégularités tiennent à l'inégale dessiccation des lots au moment de l'enfouissage.

mais on réussit à montrer leur utilité en comparant les quantités d'azote prélevées sur le sol par la betterave à celles qu'ont introduites le fumier et l'engrais vert.

» On a obtenu, au champ d'expériences de Grignon, en 1898 :

	Betteraves (demi-sucrières), à l'hectare.	
	Blanche à collet vert.	Blanche à collet rose.
Racines	55 900 kg	57 700 kg
contenant :		
Sucre	6 956	7 130
Matières azotées	892	879
Nitrate de potasse	152	149

» Les matières azotées et le nitrate renfermaient les quantités d'azote suivantes :

	Azote		
	Organique.	Nitrique.	Total.
Collets roses	$140^{kg},8$	$20^{kg},7$	$161^{kg},5$
Collets verts	$142^{kg},9$	$21^{kg},3$	$164^{kg},2$

» En moyenne la récolte d'un hectare a donc enlevé $162^{kg},8$.

» Il n'y a pas lieu de tenir compte de l'azote des feuilles et des collets, car ces résidus sont enterrés dans le sol qui les a fournis; en outre les eaux de drainage qui s'écoulent au-dessous des cultures de betteraves sont très peu chargées, ce qui est bien naturel, puisque les racines absorbent ces nitrates aussitôt qu'ils sont formés; on peut donc estimer au plus de 165^{kg} à 170^{kg} les prélèvements d'azote des betteraves en 1898.

» On avait distribué 30 tonnes de fumier par hectare, qui ne renfermaient que 150^{kg} d'azote : la terre se serait donc trouvée appauvrie, si elle n'avait pas reçu le supplément de fumure des engrais verts; pour les parcelles cultivées en betteraves, il a été en moyenne de 159^{kg} d'azote par hectare et a sans doute contribué à pousser la récolte de betteraves jusqu'au chiffre élevé que nous venons de signaler.

» A mesure que, d'années en années, les observations s'accumulent, l'utilité des cultures dérobées d'automne devient de plus en plus évidente. Il est bien à remarquer toutefois qu'on n'en tire bon parti qu'en les enterrant à l'automne; si l'on retarde leur enfouissage jusqu'au printemps, les nitrates, provenant de la transformation de leur matière organique

azotée, apparaissent trop tard pour que la récolte qui suit l'engrais vert puisse en profiter (¹). »

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un nouveau Volume publié par l'*Association française pour l'avancement des Sciences,* « 27ᵉ session, tenue à Nantes en 1898, IIᵉ Partie : Notes et Mémoires. »

M. **Lœwy** présente à l'Académie deux photographies lunaires qui lui sont adressées par M. *Weineck,* directeur de l'observatoire de Prague; ces photographies très intéressantes sont des agrandissements faits sur les clichés de l'Observatoire de Paris.

GÉOMÉTRIE. — *Sur les transformations des droites.* Note de M. **E.-O. Lovett**, présentée par M. Darboux.

« Considérons les transformations de l'espace (x, y, z) dans l'espace (X, Y, Z) qui sont déterminées par deux *æquationes directrices* de la forme

$$(1)\qquad \begin{cases} x\Phi_\alpha + y\Phi'_\beta + z\Phi''_\gamma + \Phi'''_\delta = 0, \\ x\Psi_t + y\Psi'_\zeta + z\Psi''_\eta + \Psi'''_\theta = 0, \end{cases}$$

où les Φ_i, Ψ_i sont fonctions de X, Y, Z et les indices désignent le degré des fonctions.

» La droite

$$(2)\qquad y + kx + m = 0, \qquad z + lx + n = 0$$

sera transformée dans la surface

$$(3)\qquad \begin{vmatrix} \Phi_\alpha & \Phi'_\beta & \Phi''_\gamma & \Phi'''_\delta \\ \Psi_t & \Psi'_\zeta & \Psi''_\eta & \Psi'''_\theta \\ k & 1 & 0 & m \\ l & 0 & 1 & n \end{vmatrix} = 0.$$

(¹) *Annales agronomiques*, t. XIX, p. 305; 1893.

» Si la surface doit être une quadrique, il faut que tous les déterminants du second ordre

$$(4) \qquad \left\| \begin{matrix} \Phi_\alpha & \Phi'_\beta & \Phi''_\gamma & \Phi'''_\delta \\ \Psi_\iota & \Psi'_\zeta & \Psi''_\eta & \Psi'''_\theta \end{matrix} \right\|$$

se réduisent à des fonctions du deuxième degré au plus. Soient, en particulier, toutes les fonctions Φ_i, Ψ_i du premier degré. Les équations

$$(5) \qquad x\varphi_1 + y\varphi_2 + z\varphi_3 + \varphi_4 = 0, \qquad x\varphi_5 + y\varphi_6 + z\varphi_7 + \varphi_8 = 0,$$

où

$$\varphi_i = a_i \mathrm{X} + b_i \mathrm{Y} + c_i \mathrm{Z} + d_i,$$

définissent un groupe de ∞^{30} transformations qui transforment la droite (2) dans la quadrique

$$(6) \quad \begin{vmatrix} kl \\ mn \end{vmatrix} \begin{vmatrix} \varphi_2\varphi_3 \\ \varphi_6\varphi_7 \end{vmatrix} \cdot k \begin{vmatrix} \varphi_2\varphi_4 \\ \varphi_6\varphi_8 \end{vmatrix} - l \begin{vmatrix} \varphi_3\varphi_4 \\ \varphi_7\varphi_8 \end{vmatrix} - m \begin{vmatrix} \varphi_1\varphi_2 \\ \varphi_5\varphi_6 \end{vmatrix} - n \begin{vmatrix} \varphi_1\varphi_3 \\ \varphi_5\varphi_7 \end{vmatrix} - \begin{vmatrix} \varphi_1\varphi_4 \\ \varphi_5\varphi_8 \end{vmatrix} = 0.$$

» Si l'on veut que cette quadrique soit une sphère pour toutes les valeurs de k, l, m, n, il est nécessaire que φ_2, φ_3, φ_6, φ_7 se réduisent à des constantes. Donc, nous voyons que les équations

$$(7) \quad \begin{cases} (a_1\mathrm{X} + b_1\mathrm{Y} + c_1\mathrm{Z} + d_1)x + d_2 y + d_3 z + a_4\mathrm{X} + b_4\mathrm{Y} + c_4\mathrm{Z} + d_4 = 0, \\ (a_5\mathrm{X} + b_5\mathrm{Y} + c_5\mathrm{Z} + d_5)x + d_6 y + d_7 z + a_8\mathrm{X} + b_8\mathrm{Y} + c_8\mathrm{Z} + d_8 = 0, \end{cases}$$

où les constantes sont assujetties aux conditions

$$(8) \quad \begin{cases} a_1 a_8 - a_4 a_5 = b_1 b_8 - b_4 b_5 = c_1 c_8 - c_4 c_5, \\ a_1 b_8 + b_1 a_8 - a_4 b_5 - b_4 a_5 = 0, \\ a_1 c_8 + c_1 a_8 - a_4 c_5 - c_4 a_5 = 0, \\ b_1 c_8 + c_1 b_8 - b_4 c_5 - c_4 b_5 = 0, \end{cases}$$

déterminent ∞^{13} transformations qui changent les droites en des sphères.

» En employant la méthode de Sophus Lie nous vérifions facilement que les transformations définies par les équations (7) sont des transformations de contact. Les droites se transforment en des points, si

$$(9) \qquad d_1 : d_2 : d_3 : d_4 = d_5 : d_6 : d_7 : d_8.$$

» Nous voyons ensuite que, en particularisant les constantes de la ma-

nière suivante

$$(10)\quad \begin{cases} a_1 = a_8 = b_1 = b_8 = c_4 = c_5 = d_1 = d_2 = d_5 = d_7 = d_8 = 0, \\ a_4 = a_5 = c_1 = -c_8 = d_3 = d_6 = 1, \qquad b_4 = -b_5 = \sqrt{-1}, \end{cases}$$

nous avons la correspondance célèbre étudiée par Lie.

» Si nous recherchons les transformations de l'espace à n dimensions qui transforment les droites en des sphères et qui sont déterminées par deux équations bilinéaires, nous trouvons que ces équations doivent être de la forme

$$(11)\quad \begin{cases} x_1\varphi_1 + \varphi_{n+1} + \sum_2^n i a_{n+1,i} x_i = 0, \quad x_1\varphi_{n+2} + \varphi_{2(n+1)} + \sum_{n+3}^{2n+1} i a_{n+1,i} x_i = 0, \\ \varphi_i = a_{1,i}X_1 + a_{2,i}X_2 + \ldots + a_{n,i}X_n + a_{n+1,i}, \end{cases}$$

où les $6n$ constantes sont assujetties aux $\frac{1}{2}(n-1)(n+2)$ équations; donc il n'y a pas de groupes de transformations de cette espèce dans les espaces à un nombre de dimensions supérieur à onze ([1]). Pour $n = 11$, nous avons ∞^1 transformations; $n = 10, \infty^6$; $n = 9, \infty^{10}$; $n = 8, \infty^{13}$; $n = 7, \infty^{15}$; $n = 6, \infty^{16}$; $n = 5, \infty^{16}$; $n = 4, \infty^{14}$; $n = 3, \infty^{13}$.

» Nous remarquons enfin que l'on peut obtenir une catégorie de ∞^6 transformations de contact en employant la forme ([2]) de la transformation de Lie donnée par M. Darboux.

» En effet les équations

$$(12)\qquad a_i = k_i\alpha + \lambda_i\beta + \mu_i\gamma + \nu_i\rho \qquad (i = 1, 2, 3, 4)$$

établissent une correspondance entre les droites (a_1, a_2, a_3, a_4) et les sphères $(\alpha, \beta, \gamma, \rho)$, de telle façon que deux droites se coupant se transforment en deux sphères se touchant, si les dix équations suivantes

$$(13)\quad \begin{cases} k_1k_2 - k_3k_4 = \ldots = \nu_1\nu_2 - \nu_3\nu_4 = 1, \\ k_1\lambda_2 + \lambda_1k_2 - k_3\lambda_4 - \lambda_3k_4 = \ldots = 0 \end{cases}$$

sont satisfaites, car ces équations sont nécessaires et suffisantes pour que la

---

([1]) Le maximum pour n, savoir 4, donné dans ma Note *Sur la correspondance entre les lignes droites et les sphères* (*Comptes rendus* du 9 janvier 1899), est inexact.

([2]) Darboux, *Théorie des surfaces*, t. I, n° 137.

forme quadratique

$$(a_1 - a'_1)(a_4 - a'_4)(a_2 - a'_2)(a_3 - a'_3)$$

soit changée par la transformation (12) dans la forme quadratique

$$(\alpha - \alpha')^2 + (\beta - \beta')^2 + (\gamma - \gamma')^2 - (\rho - \rho')^2. \text{ »}$$

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur la théorie générale des congruences de cercles et de sphères.* Note de M. C. **Guichard**, présentée par M. Darboux.

« Les systèmes de points, plans, droites, cercles, sphères que je vais considérer dépendent de deux paramètres que j'appelle u et v. Afin de rendre les énoncés plus concis, je ferai les conventions suivantes :

» Un point M décrit un réseau si, sur les surfaces lieu de M, les courbes $u =$ const., $v =$ const. sont conjuguées.

» Un plan P enveloppe un réseau si, sur la surface enveloppe de P, les courbes $u =$ const., $v =$ const. sont conjuguées.

» Une droite D décrit une congruence si les surfaces réglées $u =$ const., $v =$ const. sont des développables.

» Une sphère S décrit une congruence si u et v sont les paramètres des lignes principales de l'enveloppe de la sphère (Darboux, *Leçons,* II[e] Partie, p. 322).

» Un cercle C décrit une congruence si, dans chaque série de cercles $u =$ const., $v =$ const., un cercle quelconque est rencontré en deux points par le cercle infiniment voisin (Darboux, *Leçons,* II[e] Partie, p. 317).

» Si une sphère S décrit une congruence, son centre M décrit un réseau ; quand u ou v varient seuls, la sphère S touche son enveloppe suivant deux cercles C_1 ou C_2 qui décrivent des congruences; ces cercles sont les *cercles focaux* de la congruence de sphère. Les deux cercles focaux se coupent en deux points A et B qui sont les points de contact de la sphère et de son enveloppe. La droite AB décrit une congruence parallèle au réseau M. La droite AB sera la *corde focale* de la congruence de sphères.

» Si un cercle C décrit une congruence, il en est de même de son axe D. Soient s_1 et s_2 les foyers de la congruence D ; (S_1), (S_2) les sphères qui ont pour centres s_1 ou s_2 et qui passent par le cercle C décrivent des congruences. Ces sphères (S_1), (S_2) sont les *sphères focales* de la congruence de cercles. Le plan P du cercle enveloppe un réseau M qui est le *réseau focal* de la congruence de cercles ; soient MA et MB les tangentes à ce réseau ; les

cercles focaux des congruences (s_1) et (s_2), autres que le cercle C, passent respectivement par les droites MA et MB.

» Ces propriétés bien connues étant rappelées, je vais introduire les coordonnées pentasphériques de M. Darboux. J'écrirai l'équation d'une sphère S, sous la forme

$$(1)\quad \begin{cases} -2x_1 X - 2x_2 Y - 2x_3 Z + x_4(X^2+Y^2+Z^2-1) \\ \qquad\qquad + ix_5(X^2+Y^2+Z^2+1) = 0, \end{cases}$$

où X, Y, Z sont les coordonnées courantes; $x_1, x_2, \ldots, x_5$ les coordonnées de la sphère. Pour que la sphère S décrive une congruence, il faut et il suffit que les quantités $x_1, \ldots, x_5$ soient solutions d'une même équation de Laplace :

$$(2)\qquad \frac{\partial^2\theta}{\partial u\,\partial v} = \frac{1}{h}\frac{\partial h}{\partial v}\frac{\partial\theta}{\partial u} + \frac{1}{l}\frac{\partial l}{\partial u}\frac{\partial\theta}{\partial v} + R\theta.$$

» Il en résulte que $x_1, \ldots, x_5$ sont les paramètres directeurs d'une droite de l'espace à cinq dimensions qui décrit une congruence; donc :

» *A chaque congruence de droites dans l'espace à cinq dimensions on peut faire correspondre une congruence de sphères.*

» Deux congruences parallèles dans l'espace à cinq dimensions donnent la même congruence de sphères.

» Je prends maintenant un cercle C qui décrit une congruence; soient $\xi_1, \ldots, \zeta_5$ les coordonnées de la sphère focale S_1; $\eta_1, \ldots, \eta_5$ celles de la sphère focale S_2. Quand v varie seul, la sphère focale S_1 doit toucher son enveloppe suivant le cercle C; de même quand u varie, la sphère S_2 la touche suivant le cercle C. On doit donc avoir des relations de la forme

$$(3)\qquad \begin{cases} \dfrac{\partial\xi_i}{\partial v} = A\xi_i + B\eta_i \\ \dfrac{\partial\eta_i}{\partial u} = C\xi_i + D\eta_i \end{cases} \qquad i = 1, 2, \ldots, 5,$$

A, B, C, D étant des fonctions de u et v. On sait qu'on peut multiplier les quantités ξ par un facteur, les quantités η par un autre facteur, de façon à ramener le système (3) à la forme

$$(4)\qquad \frac{\partial\xi_i}{\partial v} = n\eta_i, \qquad \frac{\partial\eta_i}{\partial u} = m\xi_i \qquad i = 1, 2, \ldots, 5.$$

» On fait ainsi correspondre les congruences de cercles et les réseaux de l'espace à cinq dimensions. Les quantités ξ, η sont respectivement les para-

mètres directeurs des tangentes aux courbes du réseau. A deux réseaux parallèles correspond la même congruence de cercles.

» Une congruence de sphères et une congruence de cercles sont dites *harmoniques* lorsque le réseau et la congruence qui leur correspondent sont harmoniques. On a les propriétés suivantes :

» *Pour que les congruences décrites par une sphère* S *et un cercle* C *soient harmoniques, il faut et il suffit que la sphère* S *passe constamment par le cercle* C.

» *Le réseau focal de la congruence* C *est conjugué à la congruence décrite par la corde focale de* S.

» Une congruence de sphères et une congruence de cercles sont dites *conjuguées* si la congruence et le réseau qui leur correspondent sont conjugués. On établit facilement les propriétés suivantes :

» *Pour que les congruences décrites par une sphère* S *et un cercle* C *soient conjuguées, il faut et il suffit que le cercle* C *passe par les deux points où la sphère* S *touche son enveloppe.*

» *La congruence* D *décrite par l'axe du cercle* C *est harmonique au réseau* M *décrit par le centre de la sphère* S.

» A toute propriété des réseaux et congruences de l'espace à cinq dimensions correspondent des propriétés des congruences de cercles et de sphères. Je signale seulement les suivantes :

» *Si les congruences décrites par les cercles* C_1 *et* C_2 *sont conjuguées à la congruence décrite par une sphère* S, *la sphère qui contient les cercles* C_1 *et* C_2 *décrit une congruence.*

» *Si deux sphères* S_1 *et* S_2 *décrivent des congruences harmoniques à une même congruence de cercles, les points* A_1, B_1, A_2, B_2 *où ces sphères touchent respectivement leur enveloppe sont sur un même cercle que décrit une congruence.* »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur les formules de Mossotti-Clausius et de Betti relatives à la polarisation des diélectriques.* Note de M. F. **Beaulard**, présentée par M. Lippmann.

« 1. La théorie mathématique de l'induction magnétique a été établie pour la première fois par Poisson ([1]), en considérant un milieu magnétique

---

([1]) Poisson, *Mémoire sur le Magnétisme,* lu à l'Institut le 2 février 1824, et *Mémoires de l'Académie des Sciences,* t. V, p. 247; 1821-1822.

comme constitué par l'assemblage d'un grand nombre de corpuscules sphériques, de perméabilité infiniment grande, disséminés dans un milieu non magnétique. Cette conception permet d'établir entre le coefficient d'aimantation k, le rapport g de l'espace occupé réellement par les corpuscules magnétiques au volume total de la substance, et la perméabilité magnétique μ de celle-ci, les relations

$$(1)\qquad k = \frac{3g}{4\pi(1-g)},$$

$$(2)\qquad \mu = 1 + 4\pi k,$$

d'où l'on tire

$$(3)\qquad \mu = \frac{1+2g}{1-g}.$$

» Or il est facile de voir que, dans le cas du fer, en adoptant la valeur $\mu = 500$, on obtient pour le remplissage relatif g, déduit de (3), une valeur supérieure au rapport maximum $\frac{n}{3\sqrt{2}}$ que puisse atteindre g lorsque les corpuscules sphériques égaux entre eux sont en contact immédiat [1]. Cette difficulté a été signalée par Maxwell [1]; Betti [2] l'a fait disparaître, en modifiant la relation (1) de Poisson et la remplaçant par la suivante

$$(4)\qquad k = \frac{\mu-1}{4\pi} = \frac{3g}{4\pi(1-3g)},$$

d'où la valeur de μ

$$(5)\qquad \mu = \frac{1}{1-3g};$$

on vérifie facilement que, pour $\mu = 500$, la valeur de g déduite de (5) est en effet inférieure au rapport maximum $\frac{n}{3\sqrt{2}}$.

» 2. Adoptant les vues de Faraday, à savoir que les diélectriques sont formés d'un très grand nombre de corpuscules sphériques conducteurs, distribués dans un isolant parfait, Mossotti [3] a transporté les idées de Poisson dans la théorie de la polarisation des diélectriques, la constante

---

(1) MASCART, *Électricité et Magnétisme*, 2e édition, p. 205, et MAXWELL, *Traité d'Électricité et de Magnétisme*, § 430.

(2) BETTI, *Leçons sur le potentiel*, p. 377.

(3) F.-O. MOSSOTTI, *Arch. des Sc. phys. et nat. de Genève*, t. VI, p. 193; 1847, et *Mem. di. Mat. et di. Fis. della Soc. ital. Modena*, 2e série, t. XIV, p. 49; 1850.

diélectrique K correspondant à la perméabilité magnétique μ. Plus tard, et indépendamment de Mossotti, le physicien Clausius [1], développant les hypothèses que Poisson et Green ont prises pour base de leur théorie sur le Magnétisme, et admettant que les corpuscules sont un peu conducteurs, et très petits par rapport aux intervalles séparatifs, a donné une relation identique à celle de Poisson, K remplaçant μ.

» D'une façon plus générale, si l'on désigne par K_2 la constante diélectrique des corpuscules sphériques distribués dans un milieu de constante diélectrique K_1, on a, en représentant par K la constante diélectrique du milieu supposé homogène, la formule [2]

$$(6) \qquad \frac{K}{K_1} = \frac{K_2 + 2K_1 + 2g(K_2 - K_1)}{K_2 + 2K_1 - g(K_2 - K_1)}.$$

Si l'on admet que le pouvoir inducteur spécifique des conducteurs est infini, il vient pour $K_2 = \infty$

$$(I) \qquad \frac{K}{K_1} = \frac{1 + 2g}{1 - g},$$

qui est la relation de Poisson ; de même, dans les mêmes conditions, la relation de Betti prend la forme

$$(II) \qquad \frac{K}{K_1} = \frac{1}{1 - 3g}.$$

» Afin de soumettre les formules I et II à un contrôle expérimental, j'ai déterminé, par une méthode précédemment décrite (*Comptes rendus*, 23 juillet 1894), la constante diélectrique de deux lames constituées par un mélange, aussi homogène que possible, de limaille de cuivre et de paraffine. La lame L_1 est formée par 300^{gr} ($34^{cc},09$) de cuivre et 400^{gr} ($459^{cc},7$) de paraffine : d'où $g = 0,06904$; la lame L_2 par 40^{gr} ($4^{cc},545$) de cuivre et 242^{gr} ($278^{cc},2$) de paraffine : d'où $g = 0,01607$. Pour une durée de charge de $0^s,08$ et des potentiels de charge de 50, 100, 150 éléments Gouy, on a obtenu, pour L_1, la valeur $K = 2,443$; pour L_2, la valeur $K = 2,06$ et pour la paraffine pure, $K_1 = 1,95$. On a ainsi tous les éléments de la véri-

(1) CLAUSIUS, *Théor. méc. de la Chaleur*. 2e Partie : *Addition au Mémoire X*, p. 92-94. Traduction Folie.

(2) MASCART, *loc. cit.*, p. 204, et MAXWELL, *loc. cit.*, § 430.

fication

	$\frac{K}{K_1}$.	$\frac{1+2g}{1-g}$.	$\frac{1}{1-3g}$.
L_1.............	$\frac{2,443}{1,95} = 1,270$	1,222	1,261
L_2.......... ...	$\frac{2,06}{1,95} = 1,056$	1,049	1,050

» On voit que les formules de Poisson et de Betti conduisent à peu près aux mêmes nombres et concordent également bien avec les résultats expérimentaux.

» 3. Il n'est peut-être pas inutile de remarquer que K pour L_1 (42 pour 100 de Cu) est plus grand que pour L_2 (14 pour 100 de Cu). Le pouvoir inducteur augmente avec la teneur en cuivre et doit tendre vers l'infini pour une lame entièrement conductrice; or ceci est contraire aux idées de Maxwell : ce physicien, écrivant que, pour un corps imparfaitement isolant, le courant électrique vrai est la somme du courant de conduction et du courant de déplacement, obtient les formules connues (¹)

$$u = CP + \frac{K}{4\pi}\frac{dP}{dt}, \quad \ldots,$$

qui, pour le cas d'un conducteur, exigent $K = 0$, contrairement à la réalité expérimentale. M. Potier a adopté un autre point de vue : en écrivant que la force électromotrice en un point est égale à la somme des forces électromotrices qui engendrent les courants de conduction et de déplacement, on obtient les relations

$$P = \frac{u}{c} + \frac{4\pi}{K}f, \quad \ldots,$$

qui, dans le cas d'un conducteur, entraînent la valeur $K = \infty$ et sont, par suite, plus rationnelles que les relations de Maxwell. »

ÉLECTRICITÉ. — *Les gaz raréfiés possèdent-ils la conductivité électrolytique?* Note de M. E. **Bouty**, présentée par M. Lippmann.

« Depuis quelques années, il y a, parmi les physiciens, une tendance à considérer les gaz raréfiés comme naturellement doués d'une véritable

(¹) Poincaré, *Électr. et Optique*, p. 189-190.

conductivité électrolytique. M. J.-J. Thomson [1], étudiant les décharges induites dans des tubes à gaz raréfié dépourvus d'électrodes, a même pu fournir une évaluation de cette conductivité qu'il a trouvée du même ordre que celle de l'eau acidulée à 25 pour 100 d'acide sulfurique.

» Pour savoir si les gaz raréfiés se comportent, en toute circonstance, comme des électrolytes, j'ai employé la disposition suivante :

» Entre les armatures d'un condensateur en relation avec une source à la différence de potentiel V, introduisons un conducteur isolé. Nous produirons un accroissement de capacité que l'on mesure par des méthodes faciles à imaginer. Cet accroissement de capacité, 50 pour 100 par exemple, est parfaitement indépendant de la nature du conducteur employé, *métallique* ou *électrolytique*. Un ballon plein d'une dissolution saline se comporte comme un ballon plein de mercure. On peut même remplacer la dissolution saline par de l'eau distillée, de l'alcool, voire de l'essence de térébenthine rectifiée. Pourvu que la durée de charge ne soit pas trop courte, tous ces diélectriques se comportent, dans mon expérience, comme des conducteurs parfaits. Il en est encore de même d'un ballon dont l'une des surfaces, externe ou interne, conserve une faible trace d'humidité adhérente.

» Il convient d'insister sur ce fait, que l'*accroissement de capacité mesuré se montre parfaitement indépendant de la différence de potentiel* V *employée*, quelque faible que soit celle-ci. Cette indépendance constitue *un caractère essentiel* de la conductivité, soit métallique, soit électrolytique.

» Au contraire, si entre les armatures d'un condensateur on introduit un ballon plein d'air, à la pression atmosphérique, soigneusement paraffiné à l'intérieur et à l'extérieur pour supprimer toute trace de conduction par les parois, le verre du ballon ne produit qu'un accroissement de capacité insignifiant du condensateur, 2 ou 3 pour 100 par exemple, quelque grande que soit la différence de potentiel employée. Il est donc très facile de décider si le contenu du ballon est, ou non, *un corps conducteur*.

» Premier cas : *Tubes de Crookes*. — Cela posé, j'ai d'abord introduit entre les armatures de mon condensateur tous les tubes à gaz très raréfiés que j'ai pu me procurer : des lampes à incandescence, des tubes de Crookes de diverses formes, un radiomètre, enfin des tubes sans électrodes spécialement préparés pour cet usage et dans lesquels on avait fait le vide de Crookes.

(1) J.-J. Thomson, *Recent researches in Electricity and Magnetism*, p. 92; 1893.

» Tous ces tubes étaient soigneusement paraffinés à l'extérieur. Bien que quelques-uns d'entre eux continssent de petites portions métalliques isolées (armatures et fils des lampes, électrodes des tubes de Crookes, ailettes du radiomètre), ils se sont comportés très sensiblement comme le ballon plein d'air à la pression atmosphérique. Ainsi une certaine lampe à incandescence placée entre les plateaux du condensateur produisait uniformément un accroissement de capacité de 3 pour 100. On l'a ouverte en brisant la pointe et on a laissé rentrer sans précaution de l'air humide : la paroi est devenue assez conductrice pour faire monter brusquement à 30 pour 100 l'accroissement de capacité. On a pu alors introduire dans la lampe de l'eau de rivière ou même une dissolution saline ; l'accroissement de capacité est demeuré égal à 30 pour 100.

» Le vide de Crookes, tel qu'on le produit dans les appareils précités, se montre donc *absolument dénué de conductivité*, même quand les armatures du condensateur ne sont distantes que de 3^{cm} et que l'on introduit entre elles une différence de potentiel de 2000 volts.

» Deuxième cas : *Tubes de Geissler*. — Dans les tubes de Crookes, la pression du gaz est généralement comprise entre $0^{mm},01$ et $0^{mm},001$. Si l'on emploie des tubes de Geissler (dans lesquels la pression est de l'ordre de 1^{mm} à 5^{mm}), on trouve encore que, pour des valeurs médiocres du champ électrostatique, les tubes se comportent comme des ballons pleins d'air à la pression atmosphérique, ce qui exclut toute idée d'une *conductivité électrolytique du gaz*.

» Toutefois, pour un voltage suffisant, le tube paraît être devenu conducteur, c'est-à-dire que désormais il accroît uniformément, de 50 pour 100 par exemple, la capacité du condensateur. Observé dans une obscurité complète ; le tube en expérience se remplit d'une lueur instantanée, *aussi bien au moment de la charge qu'au moment de la décharge*. La production de cette lueur paraît inséparable de la conductivité apparente.

» Pour une certaine valeur critique du champ, il arrive indifféremment que l'accroissement de capacité se produit ou ne se produit pas : c'est-à-dire que, dans plusieurs expériences consécutives, on observe un accroissement de capacité, tantôt de 2 pour 100, tantôt de 50 pour 100, suivant des circonstances accessoires analogues à celles qui agissent sur les décharges entre des conducteurs dans l'air à la pression atmosphérique.

» J'ai soumis les phénomènes de conduction apparente par les gaz raréfiés à une étude systématique, dont je publierai prochainement les résultats.

» Je me bornerai à insister aujourd'hui sur l'évidente discontinuité que présente, dans ces expériences, la manière d'être du gaz. Pour une pression donnée p, tant que le champ demreue au-dessous d'une certaine valeur critique f, le tube reste obscur et il n'y a pas d'accroissement sensible de capacité dû au gaz : *le gaz raréfié est un parfait diélectrique*. Pour des champs supérieurs à f, il se produit dans la masse du gaz comme *une rupture*, manifestée par la luminescence du tube. Tout se passe comme si l'on avait dépassé une *limite d'élasticité électrique* au delà de laquelle le gaz est capable de fournir aux parois du tube les charges électriques positives et négatives qui annuleront le champ dans son intérieur.

» D'après toutes les analogies il convient, ce me semble, de réserver le nom de *décharge* au phénomène qui nous occupe.

» Tout au moins ne saurait-on parler d'*ions libres* dans un gaz raréfié à une pression quelconque *et dans les conditions normales* (1). On ne saurait davantage assimiler les propriétés électriques d'un gaz à celles d'aucun électrolyte connu. C'est la seule conclusion que je veuille tirer des faits rapportés dans cette Note. »

PHYSIQUE. — *Sur les variations temporaires et résiduelles des aciers au nickel réversibles*. Note de M. **Ch.-Éd. Guillaume**, présentée par M. A. Cornu.

« La facilité qui résulterait, pour un grand nombre de mesures, de l'emploi d'alliages très peu dilatables, et, d'autre part, le danger qu'il y aurait à se servir d'étalons éprouvant avec le temps des variations sensibles, m'ont conduit à étudier en détail les changements temporaires ou permanents des aciers au nickel.

» Je rappellerai d'abord (2) qu'une barre d'un alliage présentant l'anomalie négative de dilatation, étant amenée de la température de la forge à une température inférieure, 100° par exemple, augmente graduellement de longueur, à température constante, et finit par se fixer à des dimensions invariables. Si l'on abaisse encore la température, elle recommence à s'allonger, jusqu'à ce qu'elle ait atteint un nouvel état stationnaire. Les chan-

(1) Bien entendu, je ne parle pas des gaz modifiés par les rayons X, les rayons uraniques, etc.

(2) *Comptes rendus*, t. CXXIV, p. 754; 1897.

gements inverses se produisent au réchauffement, et l'on peut dire que la barre tend, à toute température, vers un état définitif, auquel elle arrive par un allongement ou une contraction, suivant que la température est atteinte en descendant ou en montant. Toutefois, l'état définitif à une température déterminée n'est toujours le même que si les changements de la température procèdent par étapes suffisamment rapprochées. Ainsi, une barre amenée directement de la température de la forge à celle du laboratoire n'arrive jamais à l'état où l'amène une série de recuits complets échelonnés, par exemple, de 20 en 20 degrés depuis 100°.

» La vitesse initiale de transformation est d'autant plus grande que la température est plus élevée, et l'écart entre l'état actuel et celui vers lequel on tend plus considérable. Elle est beaucoup plus forte à température ascendante qu'à température descendante. Ainsi, à la température de 100°, la vitesse d'allongement d'une règle de 1^m forgée est de 4^μ par heure; après une exposition prolongée aux températures ordinaires, sa vitesse de contraction est de $0^\mu,8$ à $0^\mu,9$ par minute. A 15°, l'allongement est de $0^\mu,07$ à $0^\mu,08$ par jour après le forgeage, et de $0^\mu,03$ par jour après un recuit à 40°.

» Ces variations, très lentes aux températures basses, permettent d'étudier les changements, à toute température, sans erreur appréciable, en amenant toujours la règle à étudier à 15° par exemple, et en la comparant, à cette température, à une longueur étalon. Cette comparaison pouvant toujours être faite en moins d'une heure, on déterminera, par ce procédé, l'état de la règle à la température qu'elle vient de quitter.

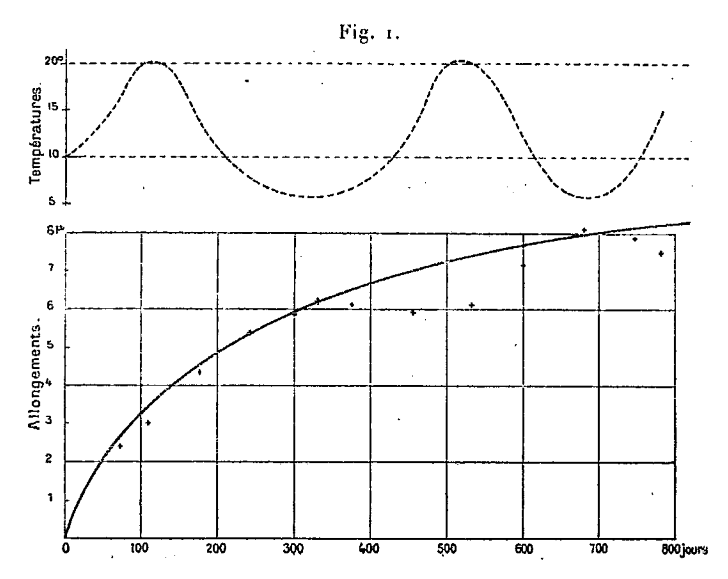
» Je me suis attaché particulièrement à déterminer les changements d'une barre ayant subi la série rationnelle des recuits entre 100° et 40°. Les résultats de ces mesures, qui embrassent une période de plus de deux ans, sont représentés dans le diagramme *fig*. 1. On voit que, dans la première année, la barre s'est allongée de $6^\mu,5$ par mètre environ, tandis que, dans la seconde année, la variation a été réduite à $1^\mu,5$. Si la variation est exponentielle, la longueur de la barre, à une température déterminée, doit être maintenant fixée à $0^\mu,5$ près. Cependant les points obtenus par l'observation ne se rangent pas tous sur la courbe; ils s'en écartent systématiquement à certaines époques, et l'on voit que les écarts sont corrélatifs des variations de la température ambiante représentées par la courbe pointillée. Ces variations, conformes aux lois générales précédemment énoncées, atteignent $1^\mu,5$ environ pour les variations extrêmes annuelles de la température.

» Pour étudier de près ces variations, j'ai soumis une règle, primitivement recuite complètement jusqu'à 40° et abandonnée ensuite pendant une année aux variations de la température ambiante, à une série de chauffes progressives jusqu'à 100°. A chaque température, la règle était ramenée fréquemment à 15°, et la chauffe était

poursuivie jusqu'à ce que plusieurs mesures successives conduisissent au même résultat. Le diagramme (*fig.* 2) montre les variations successives de la règle et la courbe représentant la fonction

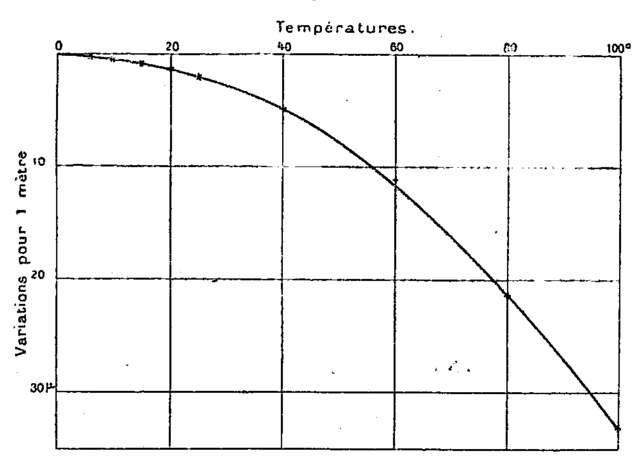
$$y = -0,00325.10^{-6}\theta^2$$

Fig. 1.



qui les résume sensiblement. Le calcul direct d'une fonction à deux termes avait donné un premier terme positif très petit et d'ailleurs tout à fait incertain. Le signe de ce terme paraissant très improbable d'après l'allure du phénomène, il a paru préférable

Fig. 2.



de l'annuler et de recalculer le second de manière à satisfaire le mieux possible aux observations.

» La dernière formule donne les différences qui existent entre les longueurs d'une

barre passant avec une vitesse très grande ou avec une vitesse très faible à une série de températures comprises entre 0° et 100°. Les formules de dilatation, trouvées par des variations de la température qui, au point de vue de ce phénomène, peuvent être considérées comme très rapides, doivent être corrigées de la quantité y donnée ci-dessus, si les variations de la température sont très lentes. Ainsi, un étalon géodésique employé à la température ambiante en chaque saison, une tige de pendule, etc., se dilateront suivant la formule corrigée, et c'est par cette formule que l'on devra calculer les compensations.

» Les barres étirées se comportent d'une façon particulière. Le premier recuit à 100° les allonge pendant quelques heures et les raccourcit ensuite. A toute température inférieure, elles ne subissent plus que des variations identiques à celles des barres forgées, même si la contraction à 100° avait à peine commencé. Une barre étirée, conservée d'abord pendant longtemps à la température du laboratoire, puis amenée à 100°, se raccourcit pendant un temps qui peut dépasser une demi-heure, puis s'allonge pendant quelques heures et se raccourcit enfin pendant plus de cent heures. On peut ainsi observer successivement, dans la même barre, trois variations distinctes, d'amplitudes et de durées différentes, dont les deux premières sont semblables à celles que l'on constate dans les barres forgées, mais dont la troisième est propre aux barres étirées.

» Cette dernière variation a été observée aussi dans des barres de nickel pur et dans des aciers au nickel qui ne subissent les autres variations que d'une façon inappréciable. La propriété caractéristique de cette variation est d'être annulée à toute température par un recuit à une température supérieure, tandis qu'il n'en est pas de même des changements propres aux aciers au nickel, de la catégorie peu dilatable. Ces deux ordres de variation ont donc une origine distincte. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'acétate chromique*. Note de M. **A. Recoura**.

« Dans des Mémoires publiés antérieurement, je me suis attaché à l'étude des états isomériques des sels chromiques. J'ai fait voir, en particulier, que le chlorure, le bromure et le sulfate chromiques peuvent exister chacun sous deux formes isomères, *isolables à l'état solide*, la forme violette et la forme verte. L'un des deux isomères, le violet, est un sel métallique ordinaire; l'autre, le vert, n'est pas un sel; c'est un composé anormal, en ce sens que, soit la totalité, soit une partie de l'acide du composé est dissimulée à ses réactifs ordinaires, c'est-à-dire n'est pas susceptible de faire la double décomposition avec eux.

» Je me propose de décrire, dans ce Mémoire, les états isomériques de l'acétate chromique. Ce sel offre un intérêt particulier, à un double

point de vue. En premier lieu, l'*acétate chromique présente quatre formes isomères,* au lieu de deux que j'ai trouvées pour les autres sels. En second lieu, tandis que, pour les sels précédents, la forme stable en dissolution est le sel normal, pour l'acétate les formes stables sont celles qui ne sont pas de véritables sels et, par suite, l'étude de l'action des réactifs sur ces composés peut se faire dans des conditions beaucoup plus favorables. Pour mettre l'exposition en harmonie avec les faits, je représenterai l'acétate chromique par la formule $Cr(C^2H^3O^2)^3$, correspondant à la formule admise aujourd'hui pour le chlorure $CrCl^3$.

» *Dissolution d'acétate chromique. Acétate normal.* — Le moyen le plus commode pour préparer une solution d'acétate normal, c'est de l'obtenir par double décomposition entre des quantités équivalentes de sulfate violet de chrome et d'acétate de baryum. On obtient ainsi une *dissolution verte.* On serait donc tenté de croire, par analogie avec ce qui a lieu pour les autres sels de chrome, que l'on se trouve en présence d'une variété anormale ou d'un sel basique. Il n'en est rien : ce n'est pas un sel basique. Je l'ai isolé à l'état solide par des procédés que j'indiquerai plus tard. Il a pour composition $Cr(C^2H^3O^2)^3, 5H^2O$.

» *C'est l'acétate normal, car ce sel fait la double décomposition complète, soit avec les alcalis, soit avec les acides forts,* ce que ne font pas, comme on le verra, les autres variétés d'acétate. Ainsi, si à une solution renfermant une molécule du composé et additionnée de phtaléine du phénol, on ajoute progressivement de la soude, on précipite l'hydrate chromique et le virage de la phtaléine au rouge se produit, quand on a versé exactement trois molécules de soude. La totalité de l'acide est donc déplaçable par la soude, ce qui n'a pas lieu avec les autres variétés. La solution verte d'acétate fait également la double décomposition avec les acides forts. Ainsi, si à une solution renfermant une molécule d'acétate, on ajoute une quantité équivalente d'acide sulfurique étendu, on constate au calorimètre un dégagement de chaleur de $12^{cal},17$ qui correspond *exactement* au déplacement total de l'acide acétique par l'acide sulfurique. On verra que l'acide sulfurique ne se comporte pas ainsi avec les autres variétés.

» Ainsi donc, dans l'acétate vert, la totalité de l'acide acétique est déplacée instantanément et complètement, soit par les alcalis, soit par les acides forts. Ses trois radicaux acides fonctionnent comme ions électropositifs. C'est donc l'acétate normal.

» On obtient le même composé en dissolvant l'hydrate chromique, récemment précipité, dans une quantité équivalente d'acide acétique.

» *Transformation spontanée de la solution d'acétate normal, en acétate anormal.* — La solution verte d'acétate normal, obtenue par les procédés que je viens de décrire, est extrêmement instable. Cette instabilité se manifeste d'abord par les changements de couleur de la solution, qui, du vert, vire peu à peu au violet. Ce changement de couleur est déjà sensible au bout d'une demi-heure. Au bout de quelques heures, la liqueur est complètement violette. Mais ce n'est là qu'une première phase de la transformation, phase rapide. Une deuxième phase de transformation, beaucoup plus lente, s'établit à son tour; elle se manifeste par un changement de la

teinte violette; cette deuxième phase dure environ une dizaine de jours. Une troisième phase de transformation, encore beaucoup plus lente, s'établit alors et la liqueur violette se change très lentement en une liqueur verte; cette dernière phase dure environ un an. Je vais montrer que ces changements de teinte correspondent à la production spontanée, successive, de trois variétés d'acétate isomères, très différentes, que j'ai pu isoler.

» Mais je dois dire d'abord que, *dès que la liqueur est devenue violette, c'est-à-dire au bout de quelques heures, elle se différencie profondément de la liqueur verte primitive, par ce fait que les alcalis n'en précipitent pas l'hydrate chromique.* Que l'on ajoute, en effet, une quantité de soude équivalente ou même supérieure à la quantité correspondante d'acide que renferme l'acétate violet, il ne se produit aucun précipité d'hydrate chromique. Ce précipité ne se produit qu'au bout de vingt-quatre heures, ou bien à l'ébullition. Ainsi donc, dans la liqueur devenue violette, l'hydrate chromique est dissimulé aux alcalis. *Le chrome est donc engagé dans un radical très stable.*

» On peut se demander s'il en est de même de l'acide acétique, c'est-à-dire si, dans cet acétate violet, la totalité de l'acide acétique, les trois radicaux acides sont dissimulés et refusent de se combiner à la soude, ou bien si un ou deux des radicaux acides peuvent se combiner avec la soude, le reste refusant de faire la double décomposition, et restant uni avec la totalité de l'hydrate chromique à l'état de composé basique soluble. C'est la seconde hypothèse qui est la vraie. Si, en effet, on ajoute à la solution en voie de transformation, renfermant une molécule du composé $Cr(C^2H^3O^2)^3$, c'est-à-dire trois molécules d'acide acétique, quelques gouttes de phtaléine du phénol, puis, si l'on y verse progressivement une solution titrée de soude, on constate que les premières portions de cette base se combinent avec l'acide acétique, car la phtaléine ne vire pas au rouge. La liqueur reste d'ailleurs limpide; *il ne se produit aucun précipité.* Puis, tout à coup, quand on a versé une quantité de soude comprise entre une et deux molécules et variable avec l'âge de la liqueur, le virage au rouge de la phtaléine se produit, sans qu'il y ait aucun précipité; à partir de ce moment, la soude que l'on continue à ajouter ne se combine évidemment plus avec l'acide acétique; celui-ci reste uni avec l'hydrate chromique et refuse de faire la double décomposition. Ainsi donc, *dans l'acétate transformé, une portion de l'acide peut faire la double décomposition, c'est-à-dire fonctionne comme ion, tandis que l'autre portion est dissimulée et engagée dans un radical.*

» Le phénomène de virage est assez net pour se prêter à une mesure quantitative de la portion d'acide non dissimulée, et il constitue un moyen très commode de suivre pas à pas les transformations qu'éprouve la solution avec le temps. J'ai fait cette étude : elle m'a conduit aux conclusions suivantes :

» Les changements de couleur de la liqueur correspondent à la transformation successive de l'acétate normal en trois acétates anormaux, qui lui sont isomères. Dans tous les trois, l'hydrate chromique est imprécipitable par la soude. Dans le premier, qui correspond à la terminaison de la première phase de transformations (quelques heures), deux radicaux

acides peuvent faire la double décomposition avec la soude, c'est-à-dire existent à l'état d'ions électropositifs; le troisième est engagé dans un radical très stable avec le chrome. Dans le deuxième isomère, qui est également violet et qui correspond à la terminaison de la deuxième phase de transformation (une dizaine de jours), un seul radical existe à l'état d'ion, les deux autres sont engagés dans le radical chromique. Il en est de même dans le troisième isomère, qui est vert et qui correspond à la terminaison de la troisième phase de transformation (une année).

» Dans une prochaine Note, je me propose d'indiquer comment j'ai isolé ces quatre acétates isomères et comment, par leur étude calorimétrique et cryoscopique, j'ai établi leur constitution et leur fonction. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur la prévention et la guérison de l'épilepsie toxique, par l'injection de substance nerveuse normale.* Note de MM. V. **Babes** et **Bacoucea**, présentée par M. Bouchard.

« Dans le n° 1 de 1898 de la *Deutsche mediz Wochenschrift*, l'un de nous (Babes) avait communiqué une série de cas d'épilepsie dite *essentielle*, guéris ou beaucoup améliorés par des injections répétées de substance nerveuse normale. Tandis que, dans certains cas, l'effet du traitement a été très prononcé, dans d'autres le résultat a été douteux. Depuis, nous avons souvent répété ce traitement, toujours avec le même résultat variable.

» La théorie d'une auto-intoxication comme cause déterminante de l'épilepsie, à laquelle il faut sans doute ajouter une prédisposition héréditaire ou acquise, de même que la constatation d'accès caractéristiques d'épilepsie expérimentale à la suite d'injections de certaines substances toxiques, nous ont permis d'expliquer le succès inégal et peu stable des injections de substance nerveuse, en nous indiquant en même temps le mécanisme de l'action de la substance nerveuse sur les épileptiques.

» Il n'est pas douteux qu'il y ait des poisons qui s'adressent plus ou moins exclusivement aux centres nerveux, dont l'irritation provoque des accès épileptiques; quand on inocule de la substance nerveuse sous la peau des épileptiques, ces poisons qui s'accumulent dans l'organisme pour s'adresser, à un moment donné, aux parties épileptogènes du système nerveux, pour lesquelles elles possèdent une certaine affinité, en déterminent l'accès; s'ils sont mis en contact avec la substance nerveuse injectée, au lieu d'entrer dans les centres nerveux, ces poisons entrent dans la con-

stitution de cette substance injectée. Il n'est pas douteux que la même quantité de poison qui, chez des individus dégénérés, avec des centres faibles, produit des accès d'épilepsie, peut être sans effet chez des individus solides. Les accès seront plus ou moins rapprochés, selon l'état d'excitabilité maladive des centres; si les centres sont tellement déséquilibrés par des processus pathologiques grossiers, que la moindre irritation provoque l'épilepsie, l'effet des injections doit rester peu appréciable, et il est probable que l'effet de la substance nerveuse injectée variera d'après le lieu où elle sera injectée et d'après la partie du système nerveux choisie pour l'inoculation.

» Il est donc très difficile d'arriver à une conviction en appliquant les injections chez l'homme, tandis qu'en agissant sur des animaux sains, chez lesquels on peut produire des accès d'épilepsie par des quantités déterminées de poison, on peut espérer trouver la preuve de l'action réelle des injections de substance nerveuse sur les accès épileptiques, et préciser les conditions dans lesquelles ces injections peuvent être efficaces.

» Voici le résultat de quelques-unes de nos recherches préliminaires :

» Nous savons que l'essence d'absinthe provoque des accès épileptiques chez le lapin. Les animaux de 1000^{gr}-1200^{gr} ne présentent ordinairement pas d'accès épileptiformes quand on leur injecte un ou deux jours consécutifs 1^{gr} d'essence, tandis qu'en injectant 3^{gr} d'essence, à la fois ou bien à des doses fractionnées, dans l'intervalle de vingt-quatre heures, les animaux présentent des accès épileptiformes, ou succombent peu de temps après.

» Quand on inocule 3^{cc} d'essence à la fois ou dans l'intervalle d'une demi-heure, l'accès se déclare au bout d'un temps variant de quelques minutes jusqu'à une demiheure après l'injection, et les animaux meurent une à trois heures après.

» Après l'injection de $2^{cc},5$, les animaux meurent parfois après plusieurs jours, sans présenter de symptômes épileptiques caractéristiques; d'autres résistent, sans présenter de convulsions.

» On obtient donc des résultats assez précis, avec des essences d'absinthe de provenances différentes; les expériences faites parallèlement sur des animaux traités par des injections de substance nerveuse donnent des résultats tout à fait différents.

» 2. Nous avons injecté, chez trois lapins de 1000^{gr} à 1200^{gr}, 10^{cc} d'émulsion à 10 pour 100 de bulbe frais de mouton. Une heure après, les trois lapins, de même qu'un lapin de contrôle, reçoivent une injection de 1^{cc} d'essence et le lendemain encore 2^{cc}. Le lapin de contrôle présente, une demi-heure après la dernière injection, des accès typiques et meurt après deux heures, tandis qu'aucun des trois lapins traités auparavant par la substance nerveuse ne présente de convulsions; l'un meurt après six jours, les autres restent bien portants.

» 3. Deux lapins reçoivent 10^{cc} d'émulsion de bulbe et immédiatement après 3^{cc} d'essence; en même temps, on injecte la même quantité d'essence à un animal neuf. Tous les trois prennent des accès et meurent; seulement les lapins traités ont des accès retardés et meurent seulement après douze à treize heures, tandis que le lapin de contrôle meurt après deux heures.

» Pour établir combien de temps, avant l'empoisonnement et avant l'accès, l'injection de substance nerveuse peut avoir de l'effet, nous avons fait les expériences suivantes :

» 4. Quatre lapins reçoivent chacun 10^{cc} d'émulsion nerveuse. Vingt-quatre heures après, tous reçoivent 3^{cc} d'absinthe, en même temps qu'un animal de contrôle. L'animal de contrôle présente de violentes convulsions, vingt minutes après l'injection, et meurt une heure après, tandis que, parmi les quatre lapins traités, l'un gagne des convulsions tardives et meurt après six heures; l'autre reste bien portant pendant un jour et demi, après quoi il est pris de convulsions et meurt cinq heures après; les deux autres lapins n'ont pas eu de convulsions et restent bien portants.

» Un autre lapin reçoit 5^{cc} de la même émulsion nerveuse et, vingt-quatre heures après, 3^{cc} d'absinthe; il est pris d'épilepsie dix minutes après et succombe après six heures.

» 5. Un lapin reçoit 10^{cc} d'émulsion et, après quarante-huit heures, 3^{cc} d'essence d'absinthe; il ne présente pas d'épilepsie et reste bien portant, tandis que l'animal de contrôle est pris de convulsions et meurt deux heures après l'injection d'absinthe.

» Un autre lapin, traité de la même manière, gagne des convulsions tardives et meurt après dix heures.

» Un autre lapin, qui ne reçoit que 5^{cc} d'émulsion nerveuse deux jours avant l'empoisonnement, est pris d'épilepsie quinze minutes et meurt en six heures.

» La dose de 5^{cc} d'émulsion nerveuse n'est donc pas suffisante pour sauver le lapin; cette dose peut, en plus, retarder l'accès et la mort.

» Une autre série d'expériences porte sur des mélanges d'essence d'absinthe avec la substance nerveuse.

» 6. Quatre lapins reçoivent chacun une injection de 3^{cc} d'émulsion de substance nerveuse mêlée à 3^{cc} d'essence, un autre lapin reçoit une dilution de 3^{cc} d'essence d'absinthe dans 10^{cc} d'eau, et un autre 3^{cc} d'essence pure.

» Trois des lapins injectés avec ce mélange n'ont aucune manifestation morbide, tandis qu'un des lapins gagne des convulsions seulement vingt-trois heures après l'injection et meurt trois heures après. Les deux animaux de contrôle sont pris de convulsions dix et quinze minutes après l'injection d'essence et meurent deux et trois heures après.

» Pour comparer l'effet des injections nerveuses sur des substances épileptigènes avec d'autres toxiques spécifiques, nous avons traité de la même manière des lapins auxquels on injectait ensuite la dose mortelle

de la toxine diphtérique, ce qui nous permettait de constater que les injections nerveuses ne possèdent aucun effet sur cette toxine, qui ne s'adresse pas particulièrement aux centres nerveux.

» Ces expériences sont des plus nettes et montrent, d'une manière indiscutable, que les injections de substance nerveuse, en quantité suffisante, faites même deux jours avant l'introduction de l'agent épileptigène, empêchent l'accès et la mort.

» Les résultats cliniques de l'un de nous se trouvent donc confirmés par l'expérience; il ne reste qu'à approfondir les conditions dans lesquelles on pourra compter sur l'effet salutaire de ce procédé dans le traitement de certains épileptiques.

» En même temps se trouve confirmée l'affirmation publiée par l'un de nous, dans une Communication faite à l'Académie, que ce même procédé, trouvé par Babès en 1889 et qui peut sauver des chiens contre l'infection rabique, de même qu'il est efficace contre l'infection tétanique, doit trouver encore une application plus générale dans une série de maladies produites par des substances qui s'adressent aux centres nerveux. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur la présence, dans l'organisme animal, d'un ferment soluble réducteur. Pouvoir réducteur des extraits d'organes* [1]. Note de MM. **E. Abelous** et **E. Gérard**, présentée par M. Arm. Gautier.

« Comme développement des faits que nous avons indiqués dans une Note précédente, relativement à l'existence dans l'organisme animal d'un ferment soluble réduisant les nitrates, nous signalerons les expériences suivantes :

» 1° On fait macérer, pendant vingt-quatre heures, à 42°, 250^{gr} de rein de cheval pulpé dans 300^{cc} d'eau distillée en présence de chloroforme. On filtre :

» A. 100^{cc} du filtrat limpide sont additionnés de 8^{gr} de nitrate de potasse et de 1^{cc} de chloroforme.

» B. 100^{cc} du filtrat sont soumis à l'ébullition, puis additionnés de nitrate 8 pour 100 et de chloroforme, 1^{cc}.

» Les deux flacons sont placés, à dix heures du matin, dans l'étuve à 42°. Le soir, à quatre heures, on recherche les nitrites avec l'iodure de zinc amidonné en présence d'acide acétique.

» B. Pas de réaction.

» A. Réaction nette (présence de nitrite).

---

(1) Travail du laboratoire de Physiologie de la Faculté de Médecine de Toulouse.

» Ces mélanges sont laissés toute la nuit à la température du laboratoire (20°). Le lendemain matin, pas de nitrite dans le flacon B; au contraire, réaction très nette avec le liquide A : la quantité de nitrite paraît augmentée.

» Par conséquent une macération aqueuse filtrée de rein de cheval est capable de réduire les nitrates. La température de 100° supprime cette propriété.

» Les mêmes expériences répétées à la température de 55°-60° ont donné des résultats analogues.

» Une macération moins concentrée de pulpe rénale (40 pour 100), placée dans les mêmes conditions, est aussi susceptible de réduire le nitrate de potasse.

» 2° *Extrait glycériné.* — On sait que la glycérine peut extraire les ferments solubles des organes qui les renferment (voir Wittich). Nous avons préparé un extrait glycériné de rein de cheval en faisant macérer 250gr de pulpe rénale dans 250cc de glycérine neutre pendant vingt-quatre heures à la température de 40°. La macération filtrée a donné un liquide limpide.

» De ce liquide, 100cc ont été prélevés et soumis, au préalable, à l'ébullition, puis additionnés de 8gr d'azotate de potasse et de 1cc de chloroforme, lot (A).

» 100 autres centimètres cubes non bouillis ont été additionnés de nitrate et de chloroforme dans les mêmes proportions, lot (B).

» Les deux lots A et B ont été laissés à l'étuve à 42° pendant dix-huit heures. Au bout de ce temps, on procède à la recherche des nitrites.

» A. Liquide bouilli ne donne rien.

» B. Liquide non bouilli bleuit nettement au bout de quelques instants par le réactif de Trommsdorff.

» Ces liquides, additionnés de noir animal pur, sont soumis à l'ébullition, puis filtrés. Les filtrats incolores et débarrassés d'albumine coagulable sont essayés par l'iodure de zinc amidonné et le réactif de Griess. Le liquide A, préalablement bouilli, ne donne aucune réaction. On obtient, au contraire, une réaction intense avec le liquide non bouilli B.

» Par suite, la glycérine peut extraire le ferment soluble réducteur des nitrates.

» Ajoutons qu'on ne trouve pas la réaction de l'acide azoteux dans les extraits non nitratés et que nous nous sommes assurés que le charbon employé ne renfermait pas de nitrites.

» 3° *Influence des antiseptiques.* — Nous avons étudié, à ce point de vue, l'action du chloroforme, du thymol (1 pour 1000) de l'essence de cannelle, du fluorure de sodium (1 à 2 pour 100). Nous avons constaté que l'addition de ces antiseptiques n'empêchait pas la réduction du nitrate. Pour le bichlorure de mercure, à la dose de 1 pour 2000, la réduction est empêchée, à la dose de 1 pour 5000 l'action du ferment réducteur est encore perceptible.

» 4° *Influence des diverses températures.*— Les extraits aqueux de rein possèdent, comme les macérations de pulpe rénale, une activité qui est fonction de la température. On constate que la quantité de nitrite formé croît avec la température, qu'elle passe par un maximum, entre 40° et 45°, pour décroître manifestement à 60° et devenir nulle à 71°-72°. On voit que ces résultats sont absolument parallèles à ceux que nous avons observés avec la pulpe d'organe.

» 5° *Influence du milieu gazeux.* — Nous nous sommes demandé si l'activité du

ferment réducteur ne serait pas plus grande à l'abri de l'oxygène et en présence, par exemple, d'hydrogène ou d'acide carbonique.

» Nous avons pris trois lots, A, B et C de 100^{cc} d'extrait rénal filtré; on a ajouté dans chacun d'eux 8^{gr} de nitrate de potasse et 1^{cc} de chloroforme. Mais, au préalable, on a fait passer dans le flacon B un courant d'hydrogène pur, et, dans le flacon C, un courant d'acide carbonique.

» Les deux flacons remplis d'hydrogène et d'acide carbonique ont été maintenus soigneusement bouchés et renversés sous l'eau. Après un séjour des trois flacons, pendant vingt-quatre heures, à la température de 42°, on procède à la recherche et au dosage colorimétrique des nitrites. On constate la présence de nitrite dans les trois flacons. Mais la quantité de ce sel formé est au maximum dans le milieu hydrogéné, plus faible dans le milieu aéré et, enfin, beaucoup plus faible dans le flacon contenant de l'acide carbonique.

» Il semble, par conséquent, qu'en présence de l'hydrogène, l'action réductrice soit plus intense qu'en présence de l'air, et que l'acide carbonique, par un mécanisme non encore élucidé, diminue l'activité du ferment. On sait d'ailleurs que cette action paralysante de l'acide carbonique a été observée pour d'autres diastases animales.

» 6° *Influence de l'alcalinité.* — Une alcalinisation légère par le carbonate de soude paraît favoriser l'action réductrice; on obtient, dans ce cas, des quantités de nitrite un peu supérieures à celles que l'on observe sans addition de carbonate de soude. Nous nous proposons, du reste, d'étudier d'un façon plus complète cette action.

» 7° *Influence de la filtration sur porcelaine dégourdie.* — Les extraits filtrés à la bougie de biscuit perdent presque complètement leur activité. La substance active est retenue par le filtre, particularité commune à beaucoup d'autre diastases.

» 8° Enfin, dans des essais de séparation du ferment par l'alcool, nous avons obtenu un précipité qui, essoré et mis à macérer dans une solution chloroformique de nitrate de potasse, a donné lieu à la formation d'une faible quantité de nitrite. Mais l'action de l'alcool, pour si peu prolongée qu'elle soit, diminue l'activité du ferment.

» Le ferment que nous avons ainsi étudié réduit non seulement le nitrate de potasse, mais aussi le nitrate d'ammoniaque; il décolore le bleu de méthylène et paraît donner de l'aldéhyde butyrique aux dépens de l'acide butyrique. Nous avons essayé d'hydrogéner le glycose avec ce ferment, mais nous n'avons pu observer la formation de la mannite.

» Ces faits viennent à l'appui des conclusions formulées dans notre première Note relative à l'existence d'un ferment soluble réducteur dans l'organisme animal.

» Ce nouveau ferment, jusqu'ici simplement désoxygénant, peut-il être aussi hydrogénant? c'est là ce que de nouvelles expériences pourront nous apprendre. »

TÉRATOLOGIE. — *Sur le parablaste et l'endoderme vitellin du blastoderme de Poule.* Note de M. ÉTIENNE RABAUD.

« L'étude des anomalies du développement met parfois en présence des faits qui ont la valeur de véritables expériences. J'ai déjà eu, après d'autres, l'occasion d'insister sur ce point ([1]); j'apporte aujourd'hui un exemple nouveau. Les enseignements qu'il nous donne ne sont peut-être pas décisifs à tous égards; dans tous les cas, ils viennent en concordance d'observations d'embryologie normale ou vérifient des hypothèses nécessaires : c'est là leur principal intérêt.

» Mes recherches ont porté sur des blastodermes de Poule qui se sont développés en surface sans donner lieu à aucune formation embryonnaire. Ces blastodermes, essentiellement caractérisés par l'abondance des vaisseaux sanguins, ont été assimilés par Dareste aux *Anidiens*. Sans entrer dans les détails de structure qui feront l'objet d'un Mémoire spécial, je vais indiquer seulement, et d'une façon sommaire, les particularités de l'anatomie de ces monstres, qui ont un rapport immédiat avec l'embryogénie normale.

» Les Anidiens examinés proviennent d'œufs ayant subi quatre et huit jours d'incubation ([2]). Ils sont constitués par les trois feuillets externe, moyen, interne, et par une grande abondance de vaisseaux sanguins réduits à l'endothélium.

» Au point de vue qui nous occupe, l'ectoderme ne présente rien de particulier.

» Du mésoderme, il n'existe qu'une seule lame, la somatopleure; sa situation et des considérations d'un autre ordre permettent de lui assigner cette dénomination. Il n'existe aucune trace de la masse intermédiaire.

» L'endoderme présente, chez les sujets de quatre jours, un aspect tout particulier. Les cellules qui le constituent sont volumineuses, munies d'un petit noyau et envahies de granulations vitellines. Elles sont en tout semblables aux cellules du panblaster avec lesquelles elles se trouvent en continuité directe. Leur forme, leur constitution ne sont en aucune façon comparables aux éléments aplatis et larges de l'endoderme des embryons des premiers jours. Vers la région centrale de l'un des blastodermes, et sur une étendue peu considérable, ces cellules deviennent plus petites, leur protoplasma plus homogène, elles se disposent sur une seule assise. Le passage de cette forme franchement parablastique à la forme qui se rapproche de l'aspect endodermique ordinaire est très ménagé; il n'y a, en aucun point, de solution de continuité. Ajoutons que, chez le blastoderme de huit jours, l'endoderme est fait de cellules aplaties et larges.

([1]) Voir *Bulletin de la Société de Biologie*, 28 novembre 1896 et *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie* : embryologie des Poulets omphalocéphales, nos 2, 3, 4 et 6; 1898.

([2]) Les circonstances ne m'ont pas permis, jusqu'ici, d'en avoir de plus jeunes.

» Au-dessus du feuillet interne, existent de très nombreux vaisseaux sanguins, dilatés au point qu'ils occupent en hauteur à peu près tout l'espace qui sépare l'endoderme de l'ectoderme. Cependant ils sont, selon toute évidence, indépendants de la somatopleure, tandis que l'endoderme les reçoit chacun dans une dépression ou gouttière moulée sur leur surface.

» Il n'existe aucun rudiment ni aucune indication de la corde dorsale.

» Ces divers faits : aspect parablastique du feuillet interne, formation incomplète du mésoderme, développement excessif des vaisseaux, absence de la corde dorsale, me paraissent avoir, avec l'embryologie normale, les rapports suivants :

» *a*. Chez les Sauropsidés, l'origine parablastique du feuillet interne a été admise par un certain nombre d'auteurs (Hoffmann, Kuppfer, Ruhl, etc.) et niée par d'autres. L'évolution des blastodermes sans embryons permet de surprendre le processus. Elle nous montre l'endoderme possédant ses caractères parablastiques dans toute son étendue chez les uns. Elle nous montre, chez d'autres, des formes de passage non douteuses de la transformation sur place qui va s'effectuer, et, enfin, l'aspect ordinaire de ce feuillet chez les blastodermes de huit jours.

» *b*. Les rapports des vaisseaux avec l'endoderme d'une part, la diminution quantitative du mésoderme d'autre part, sembleraient indiquer que le système vasculaire possède une origine *endodermo-parablastique*. C'est là un point fort controversé. J'inclinerais à penser qu'il n'y a pas opposition entre l'origine parablastique vraie et l'origine endodermique vraie, toutes deux également soutenues; il faudrait admettre que les éléments du parablaste, différenciés ou non, sont capables de fournir les vaisseaux.

» *c*. L'absence de la corde dorsale, quelle que soit la cause qui ait provoqué cet arrêt de développement, ainsi que la présence d'une seule lame mésodermique, sont deux faits qui viennent à l'appui des observations d'après lesquelles la corde dorsale dériverait, non pas de l'endoderme d'invagination ou gastruléen, mais de l'endoderme de différenciation ou vitellin. Dans un développement normal, la plaque axiale, qui représente l'endoderme gastruléen, vient au contact de l'endoderme vitellin; elle reçoit sans nul doute de ce dernier un certain nombre d'éléments embryonnaires. Puis, dans le sein de cette plaque axiale, se développe la corde dorsale. Celle-ci affecte, avec l'endoderme, des rapports internes de continuité : par *soudure* secondaire, disent les uns; par dérivation primitive, disent les autres. Le processus tératogène qui nous occupe a eu pour résultats, en retardant l'évolution de l'endoderme vitellin, de supprimer le concours que celui-ci prête à la formation de la plaque axiale; l'absence de la corde dorsale et d'une partie du mésoderme semblerait indiquer de quelle nature est ce concours : des éléments de l'endoderme vitellin, qui se joignent à ceux de l'endoderme gastruléen, les uns fournissent la corde; les rapports de cette dernière et de l'endoderme vitellin seraient donc primitifs [1]; les autres contribuent à former le mésoderme proprement dit. »

---

[1] Dans mon Mémoire sur l'*Embryologie des Omphalocéphales*, j'ai décrit et

ZOOLOGIE. — *Régénération tarsienne et régénération des membres des deux paires antérieures chez les Orthoptères sauteurs.* Note de M. **Edmond Bordage**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« I. Ce serait en vain que l'on essayerait de provoquer l'autotomie sur les membres des deux premières paires chez les Orthoptères sauteurs. Mais, en opérant une forte traction sur les membres, on arrive à les séparer du corps. La séparation s'opère rarement à l'articulation du fémur et du trochanter ([1]), mais, le plus souvent, à l'articulation de ce dernier article avec la hanche. La mutilation imposée est assez souvent mortelle pour l'insecte; les muscles se déchirant irrégulièrement en formant une houppe frangée, et l'hémorragie étant abondante. Lorsque l'Orthoptère survit, s'il est encore à l'état de larve, la régénération peut se produire et donner un membre parfait, lorsque la séparation a eu lieu à l'articulation du fémur avec le trochanter, ou d'un moignon plus ou moins rudimentaire, lorsque la séparation s'est opérée à l'articulation du trochanter avec la hanche.

» Il y a donc là un fait qui semblerait devoir doublement infirmer la loi de Lessona : 1° parce qu'il y a régénération en des points où des mutilations ne paraissent pas devoir se produire normalement; 2° parce que ces régénérations se constatent plus souvent pour celle des deux régions où la traction amène le plus rarement la rupture du membre et qu'elles sont incomparablement plus complètes pour cette région.

» Si nous observons ce qui se passe pendant les mues, nous verrons que ce double paradoxe ne résiste pas à l'examen des faits normaux.

» En effet, il n'est pas rare que, pendant la mue, l'un des membres considérés soit détaché du corps par *autotomie exuviale.* Contrairement à ce que nous avons dit précédemment, la séparation s'opère presque toujours suivant l'articulation du fémur et du trochanter et très rarement suivant l'articulation du trochanter et de la hanche. Dans le premier cas, l'hémor-

---

figuré un exemple très net de cette manière de voir. De son côté, Mitrophanow relate un cas semblable (*Teratogenetische Studien*, 1895).

([1]) Il est même impossible quelquefois de la déterminer par traction en cet endroit. Chez *Gryllus capensis*, par exemple, je devais me servir de ciseaux pour opérer cette séparation.

ragie est relativement insignifiante; tandis que, dans le second, elle peut être mortelle. De toute façon, la mutilation est bien moins cruelle et bien moins souvent suivie de mort que si elle avait été produite expérimentalement. La faculté régénératrice se constate souvent dans le premier cas et donne quelquefois un membre parfait (¹); quand il y a régénération dans le second cas, il se forme un moignon sans articulation, long de 2^{mm} ou 3^{mm} à peine. Les faits signalés s'expliquent donc complètement.

» Mais, d'un autre côté, il peut sembler inexplicable que l'autotomie exuviale se manifeste pour des membres dont la sortie de l'ancienne enveloppe chitineuse semble, *a priori*, ne devoir souffrir aucune difficulté; ces membres étant de dimensions assez restreintes. Je ferai alors remarquer que, chez les Arthropodes subissant des mues, il n'est pas un appendice (patte, antenne, palpe), tant modestes soient ses dimensions, pour lequel il ne puisse se présenter, à un moment donné, des adhérences accidentelles de la nouvelle enveloppe chitineuse avec l'ancienne. L'Arthropode qui, pendant une mue, ne peut surmonter ces difficultés, est infailliblement condamné à périr. C'est là ce qui explique pourquoi, chez les Arthropodes à mues, il ne doit probablement exister que bien peu d'appendices sur lesquels on ne puisse constater des traces plus ou moins marquées d'autotomie exuviale (²) complète ou partielle, en même temps que la faculté régénératrice. On peut même constater quelquefois la régénération de certaines parties appartenant à des membres adaptés cependant à des fonctions toutes spéciales. C'est le cas des tarses des pattes ravisseuses des Mantes et de ceux des pattes fouisseuses des Courtilières. Mais une mutilation plus complète de ces membres entraînerait évidemment la mort, soit indirectement, soit à bref délai et par hémorragie.

» II. Chez les Orthoptères sauteurs, la régénération des tarses des trois paires de membres s'opère facilement : ce qui est naturel, puisque ces tarses sont fréquemment mutilés par suite des efforts que fait l'insecte pour

---

(¹) Chez les Orthoptères sauteurs, les parties en voie de régénération croissent lentement, de sorte que l'expérimentateur serait d'abord tenté de croire que cette régénération n'existe pas. Aussi un membre régénéré n'arrive-t-il jamais à égaler en longueur le membre opposé, demeuré en place, et est-il souvent incapable de rendre de réels services. C'est cette lenteur de croissance qui aura probablement amené Graber à conclure trop hâtivement à l'absence de régénération des tarses.

(²) Mais la perfection de cette autotomie exuviale est en raison directe des difficultés qu'éprouvent les appendices, par leur forme et leurs dimensions, à se dégager de leur ancien étui chitineux.

les dégager pendant la mue. Elle est surtout marquée pour les longs tarses des pattes sauteuses. Cette régénération se constate encore après des sections artificielles enlevant le tarse et même une petite portion de la région terminale du tibia qui est régénérée aussi. La présence de la faculté régénératrice dans cette dernière région s'explique aisément quand l'on a constaté que ses fibres musculaires sont souvent lésées lorsque le tarse est arraché, soit pendant la mue, soit plus rarement, par le fait de l'attaque suivie d'insuccès d'un ennemi naturel.

» III. Chez *Phylloptera laurifolia* et *Conocephalus differens*, les régénérations donnent un tarse tétramère (la tétramérie est la règle chez les Locustides). Chez *Gryllus capensis*, les tarses régénérés présentent encore trois articles; mais ce nouveau tarse est, en quelque sorte, plus massif que le tarse normal. Le troisième article est à peu près égal au premier, tandis que, pour le tarse normal, il est sensiblement plus long que le premier. Enfin, le deuxième article qui, dans le tarse ordinaire, est très petit et presque entièrement caché, est bien visible dans le tarse régénéré. La différence est surtout appréciable pour les membres postérieurs (¹).

» En ce qui concerne la nature des régénérations tarsiennes chez *Acridium rubellum*, je ne puis pas encore me prononcer; mes expériences sur cette espèce n'étant pas encore terminées (²). »

ANATOMIE ANIMALE. — *Division du noyau dans la spermatogénèse chez l'Homme* (³). Note de M. SAPPIN-TROUFFY, présentée par M. Edm. Perrier.

« Le développement des spermatozoïdes, dans la série animale, est d'ordinaire accompagné de la division indirecte ou karyokinèse. Il n'y a d'exception que pour quelques Vertébrés où, d'après M. Moore (⁴), la division directe supplée, dans certains cas, la division indirecte. Chez l'Homme les deux modes réunis paraissent être la règle : il y a d'abord

(¹) On dirait que ce tarse régénéré représente une des positions de stabilité organique intermédiaires entre la forme normale actuelle et une forme ancestrale.

(²) Chez les Locustides et les Gryllides, le tibia des membres antérieurs régénérés ne possède plus l'*appareil tympanique* qui existait sur le membre primitif.

(³) Ces recherches ont été faites au laboratoire de M. Cornil.

(⁴) Consulter DELAGE, *Année biologique*, p. 112; 1897.

division indirecte, puis division directe du noyau. Cette dernière se présente, ici, avec des caractères si particuliers que nous la désignerons sous le nom de *fragmentation directe* du noyau. Elle rappelle de près ce que M. Dangeard a décrit dans le *Sappinia pedata* (Acrasiées) (¹).

» Nos observations ont porté sur un testicule tuberculeux extirpé, l'année dernière, par M. Tuffier, sur un homme de 31 ans. Les cellules testiculaires étaient en voie de multiplication active et les spermatozoïdes se formaient en grand nombre.

» Nous ne pouvons passer en revue, dans cette Note, toutes les modifications que présente le noyau en vue de la formation des spermatozoïdes; nous nous bornerons à décrire les deux principales, qui sont : la *karyokinèse* et la *fragmentation directe*.

» *Karyokinèse*. — La karyokinèse suit la marche ordinaire : nous ne ferons qu'indiquer les principaux caractères qu'elle présente dans le cas particulier que nous étudions.

» Les cellules qui se divisent par karyokinèse ne renferment qu'un seul noyau, par opposition à celles où la fragmentation directe se produit, qui renferment plusieurs noyaux. Elles sont disposées sur trois ou quatre rangées à la surface interne du tube séminifère. Les noyaux sont sphériques et ne renferment qu'un seul nucléole. Le protoplasme qui les entoure est tantôt clair, homogène; tantôt granuleux ou disposé en réseau. Un grand nombre de noyaux sont à l'état de prophase.

» A ce stade les anses chromatiques apparaissent avec netteté; elles sont formées d'une série de petits grains ou nucléomicrosomes réunis par une substance transparente, la linine.

» Au fur et à mesure que la division progresse, les granules se rapprochent et arrivent bientôt à se confondre. La charpente chromatique s'épaissit et devient plus sensible aux réactifs. Le nucléole qui, jusqu'ici, occupait le centre du noyau, vient se loger à la périphérie où il ne tarde pas à disparaître. En même temps, la substance chromatique se rassemble sous forme d'anneau irrégulier pour former la plaque équatoriale.

» A ce moment la membrane nucléaire se résout et l'on voit quelquefois apparaître, à chacun des pôles, deux corpuscules qui paraissent être des centrosomes. Ces corps sont constitués par un globule de substance homogène qui ne se colore que très peu par les réactifs. Leur apparition semble coïncider avec la formation de la plaque équatoriale; après ce stade il est rare de les apercevoir. Cependant M. Meves les a vus dans les cellules à l'état de repos (²); d'après cet auteur ils joueraient un rôle important dans la formation de la queue du spermatozoïde. Mais cette observation ne peut être admise que sous certaine réserve; car on sait que les opinions des auteurs, en ce qui concerne les animaux, sont très partagées sur ce point.

(¹) DANGEARD, *Le Botaniste*, 5ᵉ série, 1ᵉʳ fascicule; 1896.
(²) MEVES, *Anat. aug.*, t. XIV, nº 6; 1897.

» Dans nos préparations, ces corps ne deviennent très nets qu'au stade de plaque équatoriale.

» L'anneau équatorial se colore plus en certains points qu'en d'autres ce qui semble indiquer un commencement d'individualisation des chromosomes; mais ces derniers sont si petits et si rapprochés qu'ils échappent à toute numération.

» Bientôt la plaque équatoriale se sépare en deux moitiés qui se portent en sens opposé vers les pôles. Le fuseau apparaît sous forme de substance transparente finement striée dans le sens de la longueur. Le protaplasme suit enfin le mouvement du noyau et se divise, perpendiculairement à la figure karyokinétique, en deux cellules filles contenant chacune un des nouveaux noyaux.

» Les figures karyokinétiques ont sensiblement le même aspect et le même volume. On n'en trouve qu'une seule par cellule. A aucun moment nous n'avons vu de divisions indirectes se succéder sans intervalle de repos.

» Les noyaux se divisent ainsi un certain nombre de fois avant de se fragmenter.

» *Fragmentation directe.* — Les cellules dont le noyau s'est fragmenté sont polynucléées; elles sont disposées sans ordre au milieu des autres éléments. On en distingue deux sortes : les unes à noyaux petits et contractés fournissent les spermatozoïdes; les autres à noyaux plus gros et granuleux paraissent se désagréger. Néanmoins elles dérivent toutes du même processus de fragmentation.

» Voici en quoi consiste la fragmentation directe du noyau; un exemple fera mieux comprendre que toute description. Supposons une pomme de terre coupée en quatre par deux plans perpendiculaires et dont chaque quartier s'éloigne ensuite peu à peu du centre; nous aurons ainsi le mécanisme de cette division.

» Les plans ne sont pas toujours perpendiculaires entre eux; ils peuvent se combiner de manière à former un Y ou un H, etc., ce qui paraît, d'ailleurs, ne changer en rien le résultat.

» Au début, les lignes de séparation se présentent sous la forme de traits transparents qui sont très vraisemblablement formés par une invagination de la membrane nucléaire. Le dédoublement des membranes commence au centre pour s'étendre de là à la périphérie. Les fragments en forme de coins s'écartent peu à peu, laissant au centre du noyau un espace clair irrégulier. Lorsque le dédoublement est terminé, les quatre noyaux-filles s'arrondissent et deviennent libres à l'intérieur de la cellule. Quelquefois, il n'y a qu'un seul plan de scission, mais chaque moitié devenue libre se divise aussitôt en deux autres.

» Les quatre noyaux qui résultent de la fragmentation sont égaux et plus petits que le noyau générateur.

» Il y a évidemment là un phénomène de réduction de la substance chromatique dans les cellules-mères des spermatozoïdes.

» En effet, les quatre noyaux résultant de la fragmentation sont comparables à ceux qu'on obtient par deux bipartitions successives chez l'*Ascaris megalocephala* et le *Lilium martagon*, lors de la formation des spermatozoïdes et des grains de pollen. Dans l'un comme dans l'autre processus, les noyaux-filles sont réduits de moitié par rapport au noyau générateur.

» Nous sommes donc autorisé à considérer la fragmentation directe du noyau en

quatre comme un processus particulier de réduction de la substance chromatique, en rapport avec le développement des spermatozoïdes chez l'Homme.

» En résumé, les deux modes de division que nous venons d'étudier fournissent :

» 1° Des cellules de multiplication à un seul noyau;

» 2° Des cellules de réduction polynucléées ou cellules-mères des spermatozoïdes.

» Dans un autre Travail, nous compléterons cette étude. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Régénérations osseuses, suivies à l'aide de la radiographie* (1). Note de M. **Abel Buguet**, présentée par M. Edm. Perrier.

« La Radiographie permet de suivre les phases successives d'un phénomène biologique sur un même individu, en pleine vie, sans compromettre son intégrité. Elle a déjà permis de saisir sur le vif les actes de la digestion, le mécanisme des mouvements du squelette, etc. Je me propose de montrer le parti qu'on en peut tirer pour étudier les phases de la régénération osseuse, chez les animaux où celle-ci est particulièrement aisée.

» J'ai gardé plusieurs années vivants des animaux amputés (reptiles, batraciens urodèles) en les soumettant souvent à l'examen radiographique (2).

» Les épreuves jointes à cette Note montrent les faits suivants :

» Un triton à crête femelle a été amputé au tiers supérieur de la jambe. On voit, au bout de deux mois et demi, le membre régénéré avec ses cinq orteils, mais pas de calcification. Au cinquième mois, péroné, tibia et phalanges sont calcifiés; rien au tarse. Au dixième mois, apparaissent deux os du tarse : os péronéen et cinquième tarsien. Au douzième mois, on voit huit os au même tarse qui, enfin, porte ses neuf os, encore un peu légers, quatorze mois et demi après l'amputation.

» Un triton à crête mâle a donné le même processus de régénération, mais plus lent, puisqu'au treizième mois il est moins avancé que chez le précédent animal au dixième.

(1) Travail fait au laboratoire de Physique de l'École des Sciences de Rouen.

(2) Les animaux ont été radiographiés éveillés, par des poses instantanées qui dispensent de toute anesthésie.

» Un jeune axolotl montre ses cinq doigts régénérés au bout de sept mois et demi, mais sans calcification. Celle-ci commence un mois plus tard ([1]).

» Tritons alpestres et tritons palmés m'ont donné les mêmes phénomènes.

» Ces résultats, connus depuis Spallanzani, ne m'ont paru bons à signaler qu'en raison de l'intérêt d'une méthode permettant de suivre, sur le même animal, toutes les phases d'un phénomène qui montre mieux ainsi le parallélisme des processus de la régénération et de l'évolution normale.

» Le même examen, appliqué à la régénération de la queue du lézard, montre, plus aisément que les autres méthodes, l'apparition de l'étui neural qui remplace la colonne vertébrale amputée; sa calcification progressive, les variétés de structure qu'elle présente souvent, le mécanisme de curieuses bifurcations qui sont assez communes, tandis que les lézards intacts sont plutôt rares. »

RADIOGRAPHIE. — *Radiographie des calculs du rein.* Note de MM. **Albarran** et **Contremoulin**, présentée par M. Guyon.

« Nous avons l'honneur de présenter à l'Académie les radiographies obtenues chez un malade atteint de calculs du rein.

» Un jeune homme de vingt-six ans est entré, le 9 juin 1899, dans le service de M. le professeur Guyon, à l'hôpital Necker, se plaignant d'accidents de cystite rebelle remontant à plus de deux ans. Depuis dix ans déjà ce malade avait des urines purulentes; à plusieurs reprises, il s'était plaint d'hématuries et de quelques douleurs du côté du rein gauche. Nous soupçonnâmes l'existence d'un calcul rénal et nous pratiquâmes l'examen radiographique.

» Comme on peut le voir sur les épreuves, on constate au niveau du rein gauche, tout entier caché sur les côtes, et à 9^{cm} de la ligne médiane, une ombre très nette en partie cachée par celle de la onzième côte : sa forme est irrégulière et rappelle un peu le dessin d'un L renversé (˥) dont le sinus regarderait en dehors. Les plus grandes dimensions longitudinales et transversales sont de 5^{cm}. Affleurant en haut à la dixième côte, en bas à la douzième, cette ombre est située tout entière dans la zone costale. Au-dessous d'elle, vers le pôle inférieur du rein, on voit moins distinctement une autre ombre plus petite n'ayant guère que 1^{cm} dans son plus grand diamètre. Du côté

([1]) Entre les deux derniers examens radiographiques, deux doigts supplémentaires ont émergé normalement à la face dorsale de l'un des carpes de cet animal.

droit on voit aussi une tache dans la région rénale; elle présente les dimensions d'une noisette.

» Nous avons pratiqué chez ce malade la néphrolithotomie du côté gauche : nous avons trouvé, dans le bassinet dilaté du rein, caché complètement sous les côtes, les calculs que l'examen radiographique avait décelés. Ces calculs, dont nous avons pratiqué l'examen chimique, sont formés par du phosphate de chaux.

» Notre malade est le premier chez qui on ait, en France, trouvé des calculs rénaux par la radiographie. A l'étranger on en a publié dix cas, tous, sauf un, concernant des calculs oxaliques ou phosphatiques. Lester Leonard seul a pu, jusqu'à présent, constater l'existence de calculs uriques qui sont, on le sait, bien plus perméables aux rayons X.

» Pour obtenir la radiographie d'un calcul du rein, la première condition à remplir concerne la position occupée par le malade pendant cette recherche. Il est indispensable que le malade soit en contact aussi complet que possible avec la plaque sensible, sur toute la région dorsale. A cet effet, les jambes seront repliées et maintenues dans cette position par un dispositif spécial.

» En second lieu, il importe de protéger la plaque des rayons X extérieurs; on évite ainsi toute impression parasite due à la diffusion des rayons dans l'air et au halo, que donnent toujours les parties fortement impressionnées.

» Enfin, l'état de vide du tube de Crookes doit être celui qu'on peut caractériser en disant que l'ampoule est à l'état de *tube mou*. On dit qu'un tube est *mou* à partir du moment où il commence à émettre des rayons X, jusqu'au moment où, sur l'écran fluorescent, il commence à donner une image grise de tous les objets qu'on examine avec cet écran. Quand les images sont devenues grises, le tube est dit *dur*, ce qui exprime que son état de vide a augmenté. Alors les phénomènes qui se produisent sont différents.

» Un tube dur traverse facilement les corps organiques, mais il ne donne pas de contrastes, et les nuances délicates disparaissent complètement. Au contraire, si le tube est *mou*, il donnera toutes les nuances désirées et permettra d'obtenir des détails tels que certains calculs du rein deviendront visibles.

» Pour traverser des épaisseurs telles que l'abdomen de l'adulte sans porter le temps de pose au delà des limites pratiques (dix minutes environ), il est nécessaire que le tube soit amené à l'état de vide particulier où il va cesser d'être mou pour devenir dur, sans dépasser ce point précis. Il donne alors toutes les nuances nécessaires, quoique ayant déjà assez de pénétration et d'intensité dans la production des rayons X, pour que le temps de pose soit réduit.

» On s'assure que le tube est à cet état précis de vide, en plaçant la main devant l'écran à bonnettes à 20^{cm} environ du tube. L'image formée doit alors être noire pour les os, la structure de ceux-ci restant presque indistincte, les chairs s'accuseront, au contraire, en demi-teintes bien franches, tandis que le fond de l'écran sera très lumineux. *Cet état de vide doit être constamment maintenu*, car, si le tube devenait dur

pendant l'opération, la recherche serait compromise. Dans ces conditions, six à huit minutes de pose suffisent pour un adulte ayant de 25^{cm} à 30^{cm} d'épaisseur (le tube étant placé à 20^{cm} de la plaque). »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Radiographie du cœur et de l'aorte aux différentes phases de la révolution cardiaque.* Note de M. **H. Guilleminot**, présentée par M. Bouchard.

« Dans certains cas pathologiques, M. le professeur Bouchard nous a souvent fait observer les battements de l'aorte à l'examen radioscopique. Parmi les assistants, les uns voyaient ces mouvements, les autres ne les voyaient pas; quelques-uns même ont peine à voir les mouvements du cœur. La radiographie dissociée des phases de la révolution cardiaque s'imposait; elle est réalisée par un appareil que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie. Son principe est celui qui m'a servi pour obtenir la radiographie du thorax aux différentes phases du mouvement respiratoire (*Comptes rendus*, 8 août 1898). Il permet de dissocier la révolution cardiaque en autant de phases qu'on le juge à propos, et de prendre pendant une série de révolutions la photographie de la phase choisie à l'exclusion de toutes les autres.

» Il se compose de plusieurs parties :

» 1. *Générateur de mouvement uniforme.* — Une petite dynamo, marchant sous 10 volts environ, est actionnée par cinq accumulateurs. Dans son circuit se trouvent deux rhéostats, l'un que l'on règle avant l'expérience et l'autre qui constitue un régulateur automatique spécial assurant l'uniformité du mouvement pendant toute la durée de la séance. Ce régulateur se compose de deux spirales de fil en ferro-nickel, enroulées autour de deux tubes de verre. Chacun de ces tubes plonge dans une éprouvette de mercure. Ils sont réunis par un corps d'ébonite le long duquel se réunissent également les deux fils de ferro-nickel. On comprend que, à mesure que cet U renversé sort du mercure, la résistance augmente. Or, cet appareil est supporté par un régulateur à boules, de sorte que plus le mouvement devient rapide, plus la résistance devient grande. Quel que soit l'obstacle rencontré du côte de l'appareil déclancheur variable, comme nous le verrons, la régularité du système se trouve ainsi assurée.

» Cet appareil anime d'un mouvement uniforme un axe que nous appellerons AB et lui imprime environ 60 tours à la minute.

» 2. *Régulateur facultatif de vitesse.* — Cette deuxième partie a pour but de transmettre le mouvement de l'axe AB tournant uniformément à 60 tours à un deuxième axe A'B' avec un rapport de vitesse angulaire de $\frac{1}{3}$ à 3. On peut ainsi animer l'axe A'B' d'une vitesse de 20 à 180 tours à la minute, établie une fois pour toute avant l'expé-

rience. A cet effet, chacun de ces axes parallèles supporte un cône de transmission tourné en sens inverse, et la poulie de transmission qui les unit peut glisser d'un bout à l'autre, grâce à un châssis qui l'entraîne et qui lui-même se déplace sur une vis de réglage.

» 3. *Appareil déclencheur.* — Le deuxième axe A'B' supporte à l'une de ses extrémités un cylindre concentrique qu'il entraîne à frottement doux dans son mouvement, de telle sorte que, si l'on arrête le cylindre, l'axe continue son mouvement uniforme. Malgré la résistance plus grande, l'uniformité du mouvement est assurée par le régulateur automatique.

» Ce cylindre porte un arrêt qui vient buter contre un clenchet relié au pulsomètre.

» Le clenchet se soulève, grâce à un électro-aimant qui devient actif lors de la pulsation radiale.

» 4. *Ferme-circuit de l'inducteur des rayons X.* — D'autre part, le cylindre du déclencheur porte un ferme-circuit, U renversé, qui plonge dans deux cupules de mercure. En unissant ces deux cupules, on ferme le circuit de l'inducteur des rayons X. Ce ferme-circuit peut se fixer à tel degré de la circonférence du cylindre qu'on le juge à propos de 1 à 360 à partir de la position d'arrêt du clenchet.

» Ce dispositif permet ainsi de fermer le circuit des rayons X à un moment quelconque de la révolution cardiaque et pendant un temps quelconque, le temps que l'U ferme-circuit plonge dans le mercure.

» 5. *Pulsomètre.* — Il se compose du sphygmographe de Marey dont on a enlevé le mouvement et le levier.

» A la place du mouvement se trouve une cupule de mercure en relation avec le pôle + d'un accumulateur.

» A la place du levier j'ai mis une tige légère d'aluminium à l'extrémité de laquelle est soudé un fil de platine qui vient plonger dans le mercure. Cette tige est en relation électrique par les pivots avec la masse du pulsomètre qui est relié à l'électro-aimant de l'appareil déclencheur.

» L'autre fil de l'électro-aimant du déclencheur communique avec le pôle négatif de l'accumulateur, de sorte que le circuit est fermé quand le fil de platine plonge dans le mercure; il est ouvert quand la pulsation radiale l'en fait sortir.

» Le pulsomètre étant mis au point une fois pour toutes avant l'expérience, on corrige l'état de tension plus ou moins grande des tendons du poignet en tenant la main du sujet dans la main droite, la main gauche supportant le poignet. L'opérateur n'a d'ailleurs qu'à surveiller le pulsomètre, le reste de l'appareil ne demande aucun soin au cours de l'expérience.

» Le fonctionnement de l'appareil est facile à comprendre. On règle la vitesse de l'axe A'B' de telle sorte qu'elle soit un peu supérieure à celle de la révolution cardiaque, 80 tours pour 70 pulsations. Il y a ainsi un contact du clenchet contre l'arrêt du cylindre de $\frac{1}{10}$ de seconde environ, ce qui suffit pour établir le synchronisme du o de la révolution du cylindre avec le moment de la pulsation radiale.

» Les résultats obtenus dans deux séries de radiographies nous montrent le cœur à la période (+ 10° à + 100°) après le déclenchement et à la période (+ 250° à + 340°) après ce même déclenchement.

» Dans les deux cas, la ligne ventriculaire gauche diffère d'une phase à l'autre d'un maximum de $0^{cm},6$ à $0^{cm},7$ au niveau du tiers moyen du ventricule. Le ventricule est plus gros à la deuxième phase.

» L'oreillette varie peu d'aspect. Elle paraît écrasée légèrement en haut et à droite à la première phase.

» L'aorte ne varie pas, mais nous ne la voyons que dans un seul cas. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Du rôle des organes locomoteurs du cheval.* Note de M. **P. Le Hello**, présentée par M. Marey.

« Dans cette Note, je me propose d'exposer les faits auxquels m'a conduit l'étude des documents chronophotographiques publiés par M. Marey en 1898.

» Les rapports existant entre les axes généraux des membres et les axes des rayons osseux qui les constituent montrent que l'ensemble de ces colonnes squelettiques se dispose, pendant l'impulsion, de façon à constituer, d'une manière d'autant plus accentuée que les efforts sont plus intenses, un arc ouvert en arrière. La convexité de cet arc sert par suite de point d'insertion à l'une des extrémités des muscles ischio-tibiaux-fémoraux et pectoraux-grand-dorsal, qui limitent l'ampleur des courbes ainsi réalisées.

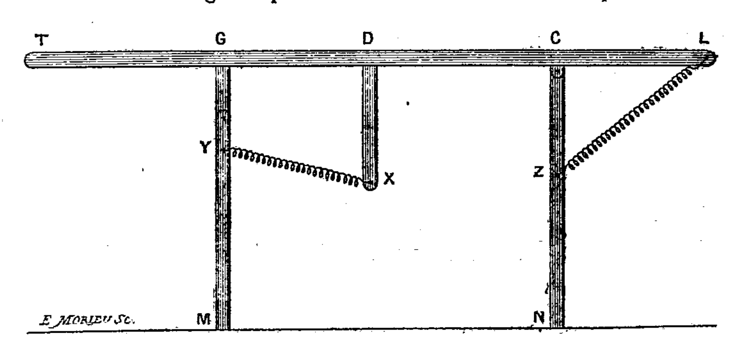
» Du reste, ces dispositions sont indispensables pour expliquer le rôle des muscles extenseurs de l'avant-bras aux membres antérieurs. Autrement ces puissances rétractiles ne pourraient ouvrir l'articulation huméro-radio-cubitale, sans fermer l'articulation scapulo-humérale; et, avec une organisation plus complexe, des subordinations analogues se perçoivent pour les muscles qui vont de l'ischium au tibia.

» Ces observations conduisent à penser que la rigidité des membres est surtout en rapport avec l'utilisation des forces nées de la contraction des muscles de la région crurale postérieure (partie postérieure du fessier moyen, biceps fémoral, demi-tendineux, etc.) et de la région axillaire (pectoral profond, etc.). L'exactitude de cette interprétation peut être mise en évidence à l'aide de la représentation artificielle des mouvements, suivant le procédé décrit dans mes travaux antérieurs.

» L'appareil dessiné dans la figure ci-contre correspond à la conception des organes locomoteurs du cheval, qui découle de ces nouvelles recherches. L'axe du tronc, joint au coxal, se retrouve dans GDCL, la rigidité du thorax dans DX et les membres

dans GM et CN. Les ressorts LZ et XY correspondent aux ischio-tibiaux-fémoraux et aux pectoraux-grand-dorsal.

» Il suffit de rendre les tiges représentant les membres obliques en avant, en ten-



dant par là même les liens rétractiles, pour qu'un effort de translation soit perceptible et puisse devenir extrêmement accentué. On obtient un effet déjà fort accusé avec chacune de ces puissances prises isolément.

» Dans l'appareil privé de ses ressorts, le tronc se reporte en avant quand les tiges imitant les membres ont dépassé la verticale en ce sens, et réciproquement.

» Ce dernier état de choses correspond évidemment au recul, où, en l'absence de muscles spécialement destinés à cet effet, la raideur des membres peut seule intervenir, en combinant son action avec celle du poids du corps. Or, il est reconnu que ce mode de translation occasionne une telle fatigue des muscles actifs, forcément surmenés, qu'il ne peut être demandé que pour des efforts d'une intensité et d'une durée très limitée.

» D'après ce qui précède, il paraît absolument rationnel d'admettre que, dans les mouvements progressifs ordinaires, les agents qui déterminent la détente suivant l'axe des membres utilisent largement les facultés dont ils disposent, rien qu'en y déterminant la raideur grâce à laquelle les muscles du poitrail et de la région crurale postérieure peuvent produire les forces dirigées dans le sens du déplacement de la masse générale.

» En somme, voici, encore plus précisée, la conception des phénomènes de la locomotion du cheval que j'ai émise, et qui peut désormais se résumer dans les données générales suivantes :

» 1° Les muscles ischio-tibiaux-fémoraux et pectoraux-grand-dorsal sont les agents essentiels de la progression.

» 2° Les forces opérant suivant l'axe général des membres, qui sont les intermédiaires nécessaires dans la mise en œuvre des actions précédentes, n'ont qu'une participation directe difficilement admissible, dans la création des forces dirigées pour produire les déplacements en ce sens.

» 3° D'après les faits constatés dans le fonctionnement des appareils réalisant la représentation artificielle des mouvements locomoteurs, aussi

bien que par l'étude des caractères anatomiques, les muscles importants de la partie antérieure de la croupe doivent surtout être considérés comme des abducteurs du membre tout entier et des continuateurs de l'action de l'ilio-spinal en arrière. L'anatomie comparée appuie cette induction en montrant que ces muscles sont d'autant plus volumineux que les membres agissent plus isolément pendant les actes locomoteurs : les chevaux de trait les ont plus volumineux que les chevaux de galop; on les voit diminuer de volume chez le lièvre, le lapin, la grenouille, à mesure que les modes de translation se rapprochent du saut. »

PISCICULTURE. — *Sur le développement et la pisciculture du Turbot.* Note de M. **A.-Eugène Malard**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Suivant les désirs et les conseils de M. le professeur Edmond Perrier qui a organisé l'étude de la piscifacture au laboratoire maritime du Muséum, fondé par lui à l'île Tatihou, et à la demande de M. le Ministre de la Marine, j'ai entrepris cette année, à ce laboratoire, des expériences sur le développement et la pisciculture du Turbot. La réussite de ces premières expériences, et les résultats importants pour l'avenir qu'elles font prévoir m'engagent à en informer dès à présent l'Académie.

» Les Turbots, acclimatés (et je puis dire presque apprivoisés) dans un grand bassin où ils sont nourris au moyen d'équilles ou lançons (*Ammodites tobianus*), n'ont nullement souffert de leur stabulation préventive à la ponte. C'est donc naturellement que nous avons obtenu la ponte et la fécondation des œufs, ce qui n'avait jamais pu être obtenu jusqu'ici à ma connaissance.

» Les femelles se tiennent au fond du bassin; les mâles, au contraire, sont généralement plus actifs et montent plus fréquemment vers la surface. Les femelles gravides aident la ponte en se frottant l'abdomen sur l'arête vive d'une muraille imitant un rocher sortant du sable d'à peu près 50^{cm} de hauteur; durant la ponte, la femelle est suivie par le mâle qui paraît féconder les œufs au fur et à mesure de la ponte; lorsque la femelle s'arrête, le mâle tourne autour d'elle, puis s'arrête également, il appuie le tiers antérieur de son corps sur la portion antérieure du ventre de la femelle et, par des mouvements saccadés et répétés, quoique assez lents, semble comprimer l'abdomen de la femelle dans le sens antéro-postérieur; l'un et l'autre reprennent ensuite leur course, le mâle à la suite de la femelle; comme celle-ci, il comprime son abdomen dans l'élan qu'il se donne pour franchir le rocher. On voit alors les produits sexuels formant comme un nuage, monter à la surface.

» Je dois ajouter que, jusqu'ici, je n'ai observé aucune lésion organique, ni aucun ulcère, sur mes animaux; les premiers moments de captivité passés, les Turbots ont évité avec le plus grand soin le contact des murailles; sauf le cas particulier que je signale lors de la ponte, ils semblent avoir le plus grand soin d'éviter tout frottement.

» Je ne décrirai pas ici les œufs actuellement connus des Turbots, et je me contente d'en mettre quelques-uns sous les yeux de l'Académie, au stade où ils présentent déjà des caractères bien nets, l'embryon déjà formé et le globule huileux si caractéristique; tous les œufs recueillis à la surface des bassins sont fécondés, et je n'en ai peut-être pas observé un sur mille non fertile; leur nombre est de plusieurs millions et je ne puis l'évaluer, même approximativement.

» Buckland l'estime à 14000000 dans une seule femelle de 25 livres anglaises, et Collett, dans une de 775^{mm}, en a calculé environ 1056000. Six femelles au moins ont pondu jusqu'à ce jour; l'œuf, comme je l'ai dit plus haut, est pélagique, et sa densité au moment de la ponte est de 1,0247 environ en moyenne. L'œuf mort devient bientôt opaque; il devient rapidement plus lourd et tombe au fond, ce qui a pu induire en erreur la plus grande partie des auteurs qui ont observé en mer des œufs de Turbots et les ont considérés comme devant achever leur développement au fond. L'augmentation de poids paraît être due à une perte de la substance grasse; contrairement à l'opinion reçue, le développement de l'œuf après l'apparition de l'embryon se continue à la surface pour l'œuf bien portant; et il y aura lieu d'étudier d'une façon exacte la densité de l'eau de mer dans les localités de ponte des Turbots. J'ai obtenu, en effet, le développement de l'œuf jusqu'à éclosion dans l'eau de mer d'une densité de 1,026 environ, mais j'ai pu l'obtenir dans diverses eaux de mer titrées, de densités variant entre 1,024 et 1,028. D'après les résultats obtenus dans ces essais, j'ai tout lieu de croire qu'il existe, dans la ponte normale du Turbot, des séries d'œufs aptes, par leur plus ou moins grande proportion de substance grasse, à flotter et éclore dans des eaux de mer de densités comprises entre 1,024 et 1,028 par exemple, avec un optimum vers 1,026.

» La larve, libre tout le temps que le sac vitellin n'est pas résorbé, nage en conservant la forme courbée qu'elle avait dans l'œuf. Sitôt la vésicule résorbée, et même avant sa disparition complète, le jeune Turbot, fortement pigmenté et ayant déjà le yeux très développés, commence à chercher sa nourriture.

» J'ai essayé successivement diverses nourritures naturelles et artificielles (viande pulvérisée, farine de crevettes, de poisson, fromage, lait caillé, séché et pulvérisé, jaune d'œufs, cervelle de veau, copépodes et ostracodes, larves pélagiques, diatomées, infusoires).

» Les derniers dont j'avais entrepris la culture, sur les conseils de M. Fabre-Domergue, ont donné lieu à une curieuse observation : mis en contact avec des œufs de Turbot encore enfermés dans leur coque, les

infusoires s'attaquent à la coque du côté de la tête de l'embryon et permettent ainsi une délivrance plus facile de celui-ci. Semblable fait, déjà observé pour les œufs de Saumon et d'Axolotls, n'avait jamais encore été signalé chez les poissons de mer, à ma connaissance.

» Comme conclusion préliminaire pratique de cette Note, je crois pouvoir affirmer que la pisciculture du Turbot sera possible et relativement même facile si l'on possède des bassins d'élevage d'une capacité suffisante; car, tandis que les jeunes conservés dans de petites cuvettes finissent toujours par s'anémier et périr par excès de chaleur même en se nourrissant et ayant complètement résorbé leur vésicule ombilicale, ceux qui, au contraire, vivent dans nos bassins ont jusqu'à présent toute l'apparence de la santé (¹). »

PHYSIOLOGIE. — *Recherches expérimentales sur les rêves. De la continuité des rêves pendant le sommeil* (²). Note de M. **Vaschide.** (Extrait.)

« A notre connaissance, aucune recherche expérimentale méthodique n'a été faite sur la *continuité des rêves pendant le sommeil* (³). Les auteurs inclinent généralement à croire que ce serait seulement à l'époque prémorphéique du sommeil, de même qu'au moment du réveil, que les rêves auraient lieu (⁴). A. Maury (⁵) et Dechambre (⁶), tout en faisant des restrictions, inclinent à croire à la continuité; le marquis d'Hervey (⁷), Lelut (⁸), Serguyeff (⁹) en sont partisans plus catégoriques.

(¹) Je dois ici remercier M. le professeur Edmond Perrier et M. Georges Roché, Inspecteur général honoraire des pêches, qui n'ont cessé de m'aider de leurs conseils et de me fournir les moyens d'entreprendre ces recherches.

(²) Travail du laboratoire de Physiologie expérimentale de la Salpêtrière, dirigé par M. le Prof. Pierre Janet.

(³) Dernièrement M. Bourdon, répondant à une question que j'avais posée dans l'*Intermédiaire des Biologistes* (t. I), m'a fait connaître un travail américain de M. Whiton Colkins : *Statistics of dreams* (*The americ. Journ. of. Psych.*, t. I. p. 311). Ne connaissant pas ce travail je me contente de le signaler.

(⁴) Landois, *Physiologie humaine*. Trad. franc. d'après le 7ᵉ album, p. 705; 1893. Serguyeff, *Le sommeil et le système nerveux; physiologie de la veille et du sommeil* (2 vol., 1890), t. II, p. 890.

(⁵) *Le sommeil et les rêves*, 4ᵉ éd., p. 49, 52; 1878. Paris, Didier.

(⁶) *Dictionnaire des Sciences médicales* : art. *Songe*; 3ᵉ série, vol. X, p. 45.

(⁷) *Les rêves et les moyens de les diriger*, p. 336 et passim; Paris, 1867.

(⁸) *Physiologie de la pensée*, t. II, p. 450, 453; 1862.

(⁹) *Ouvrage cité*, t. I, p. 891.

» Depuis plus de cinq ans, mes recherches sur cette question ont porté sur trente-six sujets, âgés de 1 an à 80 ans, et sur moi-même.

» Dans l'extrême majorité des cas, les sujets n'ont jamais été au courant de mes recherches. En plus, nos observations ont été contrôlées par quarante-six autres personnes, recueillant toujours *proprio visu* les faits. Notre méthode consistait à surveiller les sujets toute la nuit, ou au moins une partie de la nuit, et à les observer de tout près, recueillant avec soin les changements de physionomie, les gestes, les mouvements, de même que les rêves faits à haute voix et les rêves communiqués par les sujets, n'oubliant jamais de déterminer la profondeur du sommeil par des expériences préalables, notamment celles de Kolschutter, Spitta (¹) et Michelson (²). De temps en temps, dans certains cas, nous réveillions le sujet, en lui cachant toujours que son réveil avait été provoqué par nous, et soit laissant le sujet à lui-même, soit lui posant des questions, nous étions renseigné suffisamment sur son état d'esprit et ses rêves. Des réveils spontanés facilitaient parfois notre tâche.

» Voici les principales conclusions auxquelles nous sommes arrivé.

» 1° On rêve pendant tout le sommeil et même pendant le *sommeil le plus profond,* le sommeil qui rappelle la syncope. La vraie vie psychique du sommeil, comme la vraie vie des rêves, ne se révèle que lorsque le sommeil commence à devenir profond; c'est alors qu'entre en action l'inconscient. Les rêves recueillis pendant le sommeil profond révèlent les étapes et l'existence de ce travail cérébral inconscient, auquel nous devons, à notre grand étonnement, la solution des problèmes qui nous occupent depuis longtemps et qui ressortent brusquement, comme par miracle (³).

» 2° On a étudié, sous le nom de *rêve* et *songe,* deux expressions dont le contenu est loin d'être bien délimité, plutôt les hallucinations hypnagogiques de l'époque prémorphéique et celle voisine du réveil normal. Les songes du sommeil profond ont un tout autre caractère que les autres rêves; le *chaos du rêve,* pour employer l'expression de Gruthuisen, de même que les *clichés souvenirs,* expression dont le marquis d'Hervey caractérise si bien les rêves, sont presque absents dans les vrais songes, qui paraissent être dirigés par une certaine logique inconsciente, par l'attention et la volonté, et encore par ce quelque chose qui nous échappe et qui nous fait penser au delà des images du rêve, dont parlait Aristote. On pourrait com-

---

(¹) *Die Schlaf und Traumzustände der menschlichen Seele,* p. 24; 1878. Tübingen.

(²) *Untersuchungen über die Tiefe des Schlafes* (*Psychol. Arbeiten,* II. Bd, p. 84-118).

(³) Charme a esquissé, il y a longtemps, une hypothèse semblable: *Mémoires de l'Académie des Sciences, Arts et Belles-Lettres de Caen;* p. 429; 1851.

parer l'état mental de ces rêves avec le travail inconscient de la veille.

» 3° Il y a une relation étroite entre la qualité, la nature des rêves, et la profondeur du sommeil. Plus le sommeil est profond, plus les rêves concernent une partie antérieure de notre existence et sont loin de la réalité; au contraire, plus le sommeil est superficiel, plus les sensations journalières apparaissent et plus les rêves reflètent les préoccupations et les émotions de la veille. Le Dr Pilcz ([1]), un remarquable observateur, est récemment arrivé à des conclusions semblables.

» 4° L'existence des rêves dans le sommeil profond, comateux, n'implique pas la possibilité de certains cas de sommeil très profond sans rêve. Il y a, comme dans tout phénomène, une question de relativité. L'état comateux ou de syncope est loin de répondre, comme on le prétend, au sommeil profond, quoique nous soyons loin de connaître l'état mental dans ces conditions pathologiques. En somme, comme il y a une probable inertie mentale pour la veille, il y en a une pareille pour le sommeil.

» 5° Les personnes qui ne rêvent pas, ou plutôt qui prétendent n'avoir jamais rêvé, sont victimes d'une illusion d'analyse psychique très curieuse. Comme habituellement on ne fait attention qu'au moment du réveil ou pendant l'époque prémorphéique, le réveil étant brusque de même que la transition entre l'assoupissement du coucher et le sommeil comateux, les étapes hypnagogiques et du réveil n'ont lieu que sous une forme vertigineuse et il y a impossibilité d'attirer l'attention du sujet. Il se peut bien que l'illusion persiste pendant plusieurs années (mon cas, par exemple) et qu'elle se révèle dans une nuit de fatigue.

» 6° Les rêves d'une intensité moyenne persistent plus dans la mémoire et ils sont plus continus, tandis que les rêves énergiques, actionnels, disparaissent rapidement. Pilcz a observé ce même fait. Les rêves plus intenses caractérisent le réveil et l'époque prémorphéique du sommeil.

» 7° Les enfants en bas âge et qui ont toujours un sommeil comateux commencent à rêver à haute voix; il y a concordance des rêves faits à haute voix avec ceux du réveil spontané ou provoqué.

» 8° Les vrais rêves sont plus lucides, et la lucidité est en rapport avec la profondeur du sommeil; dans le sommeil d'une profondeur moyenne, les rêves sont plus stables, plus précis et moins fugitifs que dans le sommeil superficiel. Le marquis d'Hervey a d'ailleurs très bien deviné ce fait.

([1]) *Quelques contributions à la psychologie du sommeil chez les sains d'esprit et chez les aliénés* (*Ann. médico-psychol.*, 99, n° 1, p. 66-75).

» 9° En recueillant les rêves de toute une nuit, on est induit à croire qu'il y a toute une continuité qui se suit dans les conceptions même les plus hallucinatoires. Ce caractère est plus net pour le vrai rêve. Pour une personne réveillée plusieurs fois dans une nuit et d'une façon méthodique, on peut remarquer un certain ordre d'idées dans ses rêves : une association étrange, mais nette, et généralement difficile à expliquer par les opinions courantes sur l'association des idées, reliait tous les rêves en apparence très disparates. Cette association rappelle parfois ce genre d'association de la veille, dans laquelle un mot n'agit que pour provoquer une réaction quelconque, ou encore ces associations immédiates où il s'agit d'une coexistence dans le temps ou dans l'espace (Aschaffenburg) (1).

» En résumé, nous pensons, à la suite de nos recherches, que le problème de la continuité des rêves pendant le sommeil est en partie résolu, et qu'on doit reconnaître, avec Descartes, Leibnitz et Lélut, qu'il n'y a pas de sommeil sans rêve (2). Le sommeil ne serait pas, d'après nous, *un frère de la mort*, comme le désignait Homère, mais, au contraire, *un frère de la vie* (3). »

M. A. **Herrera** adresse, de Mexico, une Note sur une modification à introduire dans la formation des noms de genres, en Histoire naturelle.

M. Al. **Tsimbouraky** adresse une Note relative à un traitement de la lithiase et de l'hyperhémie hépatiques.

La séance est levée à 4 heures.

J. B.

---

(1) *Experimentelle Studien über Associationen* (*Psychol. Arbeiten*, t. I, p. 209-300; t. II, p. 1-84).

(2) Dans un travail publié dans la *Rivista sperimentale di Frevialria*, j'ai démontré l'existence de l'attention comme facteur qui agit et se poursuit pendant le sommeil : N. Vaschide, *Influenza dell' attenzione durante il sonno;* 1898, fasc. I, vol. XXIV, p. 20-42.

(3) Nos recherches seront exposées dans plusieurs Mémoires qui paraîtront dans la *Revue philosophique*.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 10 juillet 1899.

Traité de Zoologie, par M. Edmond Perrier, Membre de l'Institut. Fascicule 5 : *Amphioxus-Tuniciers*, avec 97 figures. Paris, Masson et Cie, 1899; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Ponts et Chaussées. Service hydrométrique du Bassin de l'Adour. Observations sur les cours d'eau et la pluie, centralisées pendant l'année 1896, par MM. Belleville et Massenet, sous la direction de M. Eyriaud-Desvergnes. Paris, imp. A. Dencède, s. d.; 1 fasc. in-f°.

Notes, reconnaissances et explorations. Revue mensuelle. Livraisons 13-23 (janv.-nov. 1898). Tananarive, Imprimerie officielle, 1898; 11 fasc. in-8°.

Une série de Documents sur Madagascar : Mémoires, Cartes, Photographies. (Présenté par M. A. Grandidier, au nom du général Gallieni, gouverneur général de Madagascar.)

Le Volta. Annuaire de renseignements sur l'Électricité et les Industries annexes. Paris, Société fermière des Annuaires, 1899; 1 vol. in-8°. (Hommage des Éditeurs.)

Archives du Muséum d'Histoire naturelle de Lyon. T. VII. Lyon, Henri Georg, 1899; 1 vol. in-f°.

Annales des Ponts et Chaussées. Mémoires et Documents. Personnel. Paris, Vve Ch. Dunod, 1899; 1 vol. in-8°.

Revue générale de Botanique, dirigée par M. Gaston Bonnier, Membre de l'Institut. T. XI, n° 126. Paris, Paul Dupont, 1899; 1 fasc. in-8°.

Wissenschaftliche Ergebnisse der Reisen in Madagaskar und Ostafrica in den Jahren 1889-95, von Dr A. Vœltzkow. Band I, Heft IV. *Echinodermen des Sansibargebietes,* bearbeitet von Prof. Dr Hubert Ludwig, in Bonn. Frankfurt a. M., Moritz Diesterweg, 1899; 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. Alfred Grandidier.)

Reflesiuni la opurile Dlui membru academic M. Faye din Paris, Dlui Lapparent, profesor la Universitatea catolica si Dlui Darvin. J. Bontila. Tip. Weisz si Sriklai, in Lugos, 1899; 1 fasc. in-16.

Substitucion de nombres genericos. III, por Carlos Berg. (Communicaciones del Museo nacional de Buenos Aires. T. I, n° 3, p. 77 à 80, 24 de mayo de 1899.) 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Coleopteros de la Tierra del Fuego, coleccionados por el senor Carlos Backhausen, por Carlos Berg. (Communicaciones del Museo nacional de Buenos Aires. T. I, nº 3, p. 57 à 65, 24 de mayo de 1899.) 1 fasc. in-8º. (Hommage de l'Auteur.)

Neue Reduktion der von Wilhelm Olbers im Zeitraum von 1795 *bis* 1831 *auf seiner Sternwarte in Bremen angestellten Beobachtungen von Kometen und kleinen Planeten.* Nach den Originalmanuskripten berechnet von Wilhelm Schur und Albert Stichtenoth, in Göttingen. Berlin, Julius Springer, 1899. (Hommage de M. Schur.)

Neuheiten 1899 *auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen.* Par Max Kohl. Chemnitz; 1 fasc. in-4º.

Les appareils de recherches par les rayons X (Catalogue et supplément), par Max Kohl. Chemnitz; 2 fasc. in-4º.

Magnetische und meteorologische Beobachtungen an der k. k. Sternwarte zu Prag im Jahre 1898. Herausgeg. v. Dr L. Weinek. 59. Jahrgang. Prag, 1899; 1 fasc. in-4º.

VII. *Sulla funzione fisiologica della Solalina.* Recerche del Dr G. Albo. (Estr. da A. Borri, *Contrib. Biolog. veget.;* vol. II, fasc. 3, 1899.) 1 fasc. in-8º. (Hommage de l'Auteur.)

ERRATA.

(Séance du 3 juillet 1899.)

Note de M. *C. Guichard,* Sur les surfaces de M. Voss :

Page 24, ligne 22, *au lieu de* sont les solutions les plus générales, *lisez* ne sont pas les solutions les plus générales.

(C'est ce qui résulte d'ailleurs des explications données deux lignes plus bas.)

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 24 JUILLET 1899,

PRÉSIDENCE DE M. VAN TIEGHEM.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie que le Tome CXXVII des *Comptes rendus* (2e semestre 1898) est en distribution au Secrétariat.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Présence de l'iode en proportions notables dans tous les végétaux à chlorophylle de la classe des Algues et dans les Sulfuraires,* par M. **Armand Gautier.**

« L'air de la mer étant particulièrement riche en iode, exclusivement localisé dans les particules en suspension et de nature organique, j'ai pensé que cet élément était entraîné dans l'atmosphère à l'état d'Algues microscopiques ou de spores iodées issues des eaux de mer où l'on sait que foisonnent les Algues microscopiques très riches en cet élément. Mais

l'air des continents contenant aussi de l'iode sous la même forme, quoique en bien moindre proportion, je me suis demandé s'il est vrai, comme on le croit généralement, que l'iode n'existe que dans les Algues marines, et s'il ne pourrait se faire qu'il fût indispensable à la constitution de tous les végétaux de cette grande classe. On sait qu'elle se sépare de celle des Champignons par son mode de végétation et de reproduction, ainsi que par la présence de la chlorophylle, ou d'un pigment analogue, chez presque tous ses représentants. De là des caractères différenciels importants : grâce à leur pigment, les Algues peuvent décomposer l'acide carbonique et se développer sans l'aide d'aucune matière organique préexistante; en revanche, elles ont besoin de l'excitation lumineuse. Les Champignons, au contraire, ne peuvent se nourrir que d'une matière organique toute formée qu'ils détruisent pour fonctionner, mais la lumière ne leur est pas nécessaire. A la limite de ces deux classes, tantôt unies aux Algues par les botanistes, tantôt séparées d'elles (de Bary, Nægeli), se rencontrent les Bactériacées, Algues par leur développement et leur mode de reproduction, Champignons par leur mode de nutrition, dénuées de chlorophylle comme ceux-ci, et comme eux, par conséquent, se développant grâce à la décomposition corrélative d'une matière organique préexistante. Au cas où l'iode se rencontrerait dans toutes les Algues, marines ou d'eau douce, et n'existerait pas dans les Champignons (et nous allons montrer qu'il en est à peu près ainsi), comment, à ce point de vue, la présence ou l'absence d'iode permettrait-elle de classer les Bactériacées?

» L'existence de l'iode dans les Algues d'eaux salées est établie depuis longtemps. Toutefois, quoiqu'il y soit constant, cet élément s'y rencontre en proportions très différentes suivant les espèces, comme le montrent les quelques nombres suivants (¹) :

		Iode en 100^{gr} de plante fraîche.
Laminaria digitata stenoloba		$0,061^{gr}$
» *saccharina*		0,044
Fucus vesiculosus	(Goëmons noirs). Moyenne	0,012
» *serratus*		
» *nodosus*		
» *siliquosus*		
Laminaria bulbosa		0,0077

» Ainsi, les Algues d'eau de mer contiennent de 7^{mgr} à 60^{mgr} et plus

(¹) Je les emprunte à E. Allary, *Bull. Soc. chim.*, t. XXXV, p. 11; 1881.

d'iode pour 100^{gr} de plantes fraîches, soit en moyenne 12^{mgr}, nombre qu'il faut multiplier par 5 environ si on le rapporte à la plante desséchée : 100^{gr} d'Algues sèches d'eau salée contiennent donc, en moyenne, 60^{mgr} d'iode.

» Toujours présent dans les Algues d'eau de mer, où on le trouve surtout à l'état d'iodonucléines, j'ai pensé que l'iode devait y jouer un rôle pour ainsi dire spécifique, en rapport avec le fonctionnement des espèces de cette grande classe de végétaux, et que, par conséquent, cet élément existait dans toutes les Algues, au moins dans celles à chlorophylle, quoique peut-être, dans ce dernier cas, en moindre quantité. C'est ce que l'expérience a confirmé.

» J'ai examiné les Algues d'eaux douces, courantes et stagnantes, celles qui poussent simplement sur la terre humide, celles qui s'introduisent dans les Champignons et donnent ainsi les Lichens, celles qui vivent dans les eaux sulfureuses froides ou chaudes et qui sont déjà presque des Bactériacées. Les Algues étudiées appartenaient aux divers ordres des Cyanophycées, Chlorophycées, Floridées, etc. Dans tous les cas, j'ai trouvé et j'ai pu doser l'iode dans ces plantes. Voici mes observations abrégées :

» *Ulothrix dissecta* (ordre des Chlorophycées, famille des Confervacées). — Espèce très pure récoltée à la campagne, à la fin du printemps, dans un grand baquet de bois rempli d'eau de source issue de la couche des sables de Fontainebleau et abandonnée l'hiver dans une serre tempérée. Après essorage à la trompe, 5^{gr},58 de cette algue fraîche ont laissé 2^{gr},77 de matière sèche contenant 0^{mgr},066 d'iode, soit :

Iode...................... 2^{mgr},40 pour 100 d'algue sèche.

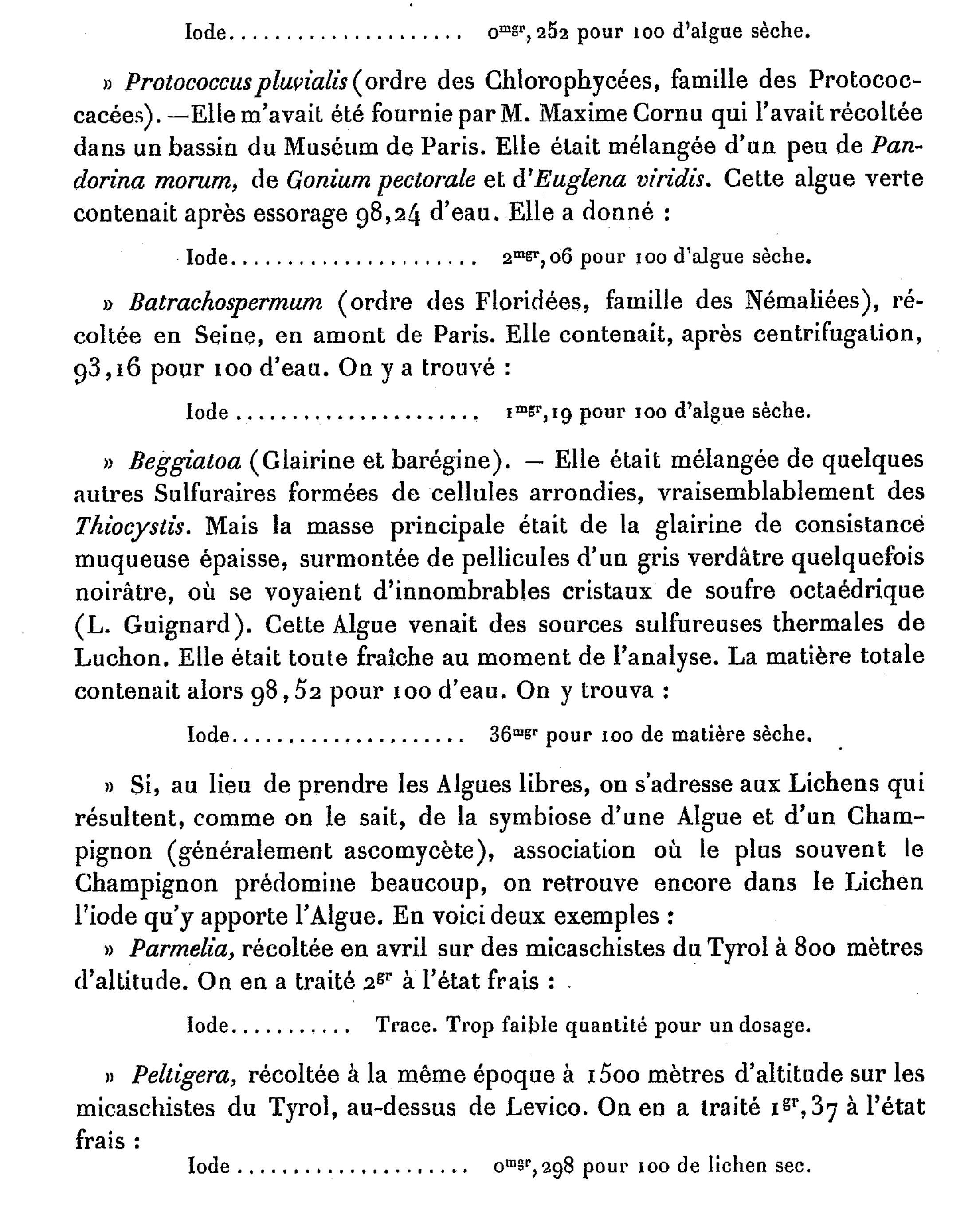
» *Cladophora fracta* (même ordre, même famille). — Plante développée dans les bassins de l'École de Pharmacie de Paris, récoltée en juin. Elle contenait 88,4 pour 100 d'eau. Dans 250^{gr} de cette algue fraîche, j'ai trouvé 0^{mgr},433 d'iode, soit :

Iode..................... 0^{mgr},984 pour 100 d'algue sèche.

» *Nostoc fragilis* (ordre des Cyanophycées, famille des Nostocacées). — Cette plante contenait 61^{gr},8 d'eau pour 100, à l'état frais, après essorage; 31^{gr} d'algue humide ont donné 0^{mgr},05 d'iode, soit :

Iode..................... 0^{mgr},423 pour 100 d'algue sèche.

» *Algue cyanophycée du groupe des Rivulariées* (mélangée d'un peu de



Desmidiées). — Elle avait été recueillie, en mai, dans un ruisseau près Mantes. On y a trouvé :

Iode..................... $0^{mgr},252$ pour 100 d'algue sèche.

» *Protococcus pluvialis* (ordre des Chlorophycées, famille des Protococcacées). — Elle m'avait été fournie par M. Maxime Cornu qui l'avait récoltée dans un bassin du Muséum de Paris. Elle était mélangée d'un peu de *Pandorina morum*, de *Gonium pectorale* et d'*Euglena viridis*. Cette algue verte contenait après essorage 98,24 d'eau. Elle a donné :

Iode...................... $2^{mgr},06$ pour 100 d'algue sèche.

» *Batrachospermum* (ordre des Floridées, famille des Némaliées), récoltée en Seine, en amont de Paris. Elle contenait, après centrifugation, 93,16 pour 100 d'eau. On y a trouvé :

Iode...................... $1^{mgr},19$ pour 100 d'algue sèche.

» *Beggiatoa* (Glairine et barégine). — Elle était mélangée de quelques autres Sulfuraires formées de cellules arrondies, vraisemblablement des *Thiocystis*. Mais la masse principale était de la glairine de consistance muqueuse épaisse, surmontée de pellicules d'un gris verdâtre quelquefois noirâtre, où se voyaient d'innombrables cristaux de soufre octaédrique (L. Guignard). Cette Algue venait des sources sulfureuses thermales de Luchon. Elle était toute fraîche au moment de l'analyse. La matière totale contenait alors 98,52 pour 100 d'eau. On y trouva :

Iode..................... 36^{mgr} pour 100 de matière sèche.

» Si, au lieu de prendre les Algues libres, on s'adresse aux Lichens qui résultent, comme on le sait, de la symbiose d'une Algue et d'un Champignon (généralement ascomycète), association où le plus souvent le Champignon prédomine beaucoup, on retrouve encore dans le Lichen l'iode qu'y apporte l'Algue. En voici deux exemples :

» *Parmelia*, récoltée en avril sur des micaschistes du Tyrol à 800 mètres d'altitude. On en a traité 2^{gr} à l'état frais :

Iode.......... Trace. Trop faible quantité pour un dosage.

» *Peltigera*, récoltée à la même époque à 1500 mètres d'altitude sur les micaschistes du Tyrol, au-dessus de Levico. On en a traité $1^{gr},37$ à l'état frais :

Iode..................... $0^{mgr},298$ pour 100 de lichen sec.

» Ainsi les Lichens où l'Algue n'existe qu'en proportion minime, à peine 1 pour 100 du poids total, contiennent aussi de l'iode en quantité le plus souvent dosable.

» Il n'en est plus de même des végétaux de la grande famille des Bactériacées. Les essais que nous avons faits pour savoir si leur teneur en iode les sépare nettement des autres Algues dont elles diffèrent aussi par leur mode de nutrition et par l'absence de chlorophylle, ont confirmé, au moins partiellement, notre sentiment qu'aux points de vue chimique et physiologique, ces plantes doivent être classées à côté des Champignons. Mais, à cause de la difficulté qu'on rencontre de se procurer des bactéries homogènes en quantité suffisante pour ces études, nous avons borné nos recherches à deux espèces : l'une aérobie, le bacille de la diphtérie, l'autre anaérobie, celui du tétanos. Ils venaient l'un et l'autre du laboratoire de notre confrère, M. Roux, de l'Institut Pasteur.

» *Bacille de la diphtérie* (Variété américaine). — C'est un microbe essentiellement aérobie. On l'a recueilli en filtrant sur papier 13 litres de cultures pures. Après lavage très modéré à l'eau et essorage, les corps des bacilles occupaient un volume d'environ 120^{cc}. Ces bactéries séchées pesèrent $3^{gr},3$ seulement. On y trouva :

Iode.................................. Absence complète.

» *Bacille du tétanos*. — On sait que c'est un microbe anaérobie. Nous en avions 20 cent. cubes à l'état de purée très épaisse qui, séchée, n'a laissé que 6 à 7 centigrammes. Ils provenaient de $3^{lit},5$ de cultures. On y a trouvé :

Iode.................................. $0^{mgr},00016$ environ (1)

» Quant aux Champignons, l'iode a été cherché dans trois espèces, l'*Agaricus campestris*, le *Boletus edulis* et le *Cantharellus cibarius*, par mon préparateur, M. Bourcet, qui publiera plus tard ses résultats en détail. Il a trouvé :

	Iode pour 100^{gr} de parties fraîches.	Iode pour 100^{gr} à l'état sec.
	mgr	mgr
Agaricus campestris (Champignon de couche)...	0,023	0,270
» » ...	0,013	»
Boletus edulis (Cèpe comestible)...............	0,0172	»
Cantharellus cibarius (Girolle)................	0,0019	»

(1) Nous faisons quelques réserves sur ce cas. Les 20^{cc} de corps de bacille n'ayant

» Des observations ci-dessus, on doit conclure que l'iode est un élément constant du protoplasma des Algues à chlorophylle, aussi bien de celles qui habitent la mer que de celles qui croissent dans les eaux douces, mais celles-ci en sont moins abondamment pourvues : tandis qu'on trouve en moyenne 60^{mgr} d'iode dans 100 parties sèches d'Algues marines, celles d'eaux douces n'en contiennent, pour la même quantité, que $0^{mgr},25$ à $2^{mgr},40$. Les Algues bactériacées d'eaux sulfureuses, dénuées comme on sait de chlorophylle, mais dont le mode de fonctionnement est si différent de celui des autres Algues, tiennent le milieu entre les Algues d'eaux douces et celles d'eaux de mer, avec leurs 36^{mgr} d'iode pour 100^{gr} de parties sèches.

» Les Algues microscopiques, surtout celles d'eau de mer, et celles qui habitent les Lichens paraissent particulièrement riches en iode.

» A la façon des Champignons, les Algues dénuées de chlorophylle (si l'on en excepte les Sulfuraires) semblent ne pas contenir nécessairement de l'iode, ou du moins n'en contenir le plus souvent qu'en quantité très minime.

» Dans les Champignons, l'iode augmente ou diminue, paraît même pouvoir disparaître, suivant le milieu où ils se nourrissent; en un mot, l'iode ne paraît pas être un des éléments indispensables de leur protoplasma. Toujours présent, au contraire, dans les Algues chlorophylliennes, souvent absent quand elles sont incolores et ne décomposent pas l'acide carbonique, l'iode semble entrer, sinon dans la constitution même du pigment chlorophyllien spécial de ces Algues, du moins dans celle du support protoplasmique chargé de l'assimilation et s'y trouver sous forme d'une combinaison nucléinique à la fois richement phosphorée et iodée.

» Il n'en est plus de même des faibles quantités d'iode des Champignons et des traces qu'on peut rencontrer dans quelques végétaux supérieurs, tels que le Tabac ou le Cresson, végétaux où l'iode peut beaucoup varier et disparaître même entièrement, constituant ainsi un élément surnuméraire, pouvant passer ou non dans le végétal, suivant la composition du sol et des eaux où la plante s'est développée. »

---

laissé que $0^{gr},056$ de résidu sec, le bacille tétanique donnerait, pour 100^{gr} à l'état sec, $0^{mgr},32$ d'iode. Mais, vu la faible quantité sur laquelle on a été obligé d'opérer, on ne peut répondre entièrement de ce nombre.

MÉMOIRES LUS.

M. le Dr **E. Vidal** donne lecture d'un Mémoire « Sur la fermentation des vins ».

(Commissaires : MM. Arm. Gautier, Duclaux, Bouchard.)

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Eugène Fournier** adresse un Mémoire intitulé : « Recherches sur la désinfection par l'aldéhyde formique : formacétone ».

(Commissaires : MM. Bouchard, Duclaux, Roux.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un article de M. *Clermont-Ganneau*, inséré dans la *Revue archéologique*, et relatif à un vase de terre cuite, du VIe siècle avant notre ère, destiné à laisser tomber en pluie le liquide qu'il contient, à la façon de l'*éponge américaine*.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la théorie des équations aux dérivées partielles*. Note de M. **N. Saltykow**, présentée par M. C. Jordan.

« Les résultats de mes recherches, présentés à l'Académie au mois de janvier de l'année courante, ne concernent que les équations résolues par rapport aux dérivées partielles. Mais au point de vue des applications pratiques, la résolution d'équations peut offrir des difficultés considérables. Je me propose donc d'étendre la théorie développée aux équations quelconques en involution, d'autant plus que cette étude, liée intimement aux travaux de S. Lie, présente de même un intérêt théorique.

» Considérons le système d'équations différentielles

$$(1)\qquad \begin{cases} F_k(x_1, x_2, \ldots, x_n, p_1, p_2, \ldots, p_n) = 0, \\ k = 1, 2, \ldots, m, \end{cases}$$

les variables p_i désignant les dérivées partielles $\frac{\partial z}{\partial x_i}$ et le déterminant fonctionnel

$$\Delta = D\left(\frac{F_1, F_2, \ldots, F_k, \ldots, F_m}{p_1, p_2, \ldots, p_k, \ldots, p_m}\right)$$

ne s'annulant pas. Le système (1) étant en involution, on en conclut que les équations

$$(2)\qquad \begin{cases} dx_{m+i} = \dfrac{1}{\Delta}\displaystyle\sum_{k=1}^{m} D\left(\frac{F_1, F_2, \ldots, F_k, \quad \ldots, F_m}{p_1, p_2, \ldots, p_{m+i}, \ldots, p_m}\right) dx_k, \\ dp_s = -\dfrac{1}{\Delta}\displaystyle\sum_{k=1}^{m} D\left(\frac{F_1, F_2, \ldots, F_k, \ldots, F_m}{p_1, p_2, \ldots, x_s, \ldots, p_m}\right) dx_k, \\ i = 1, 2, \ldots, n-m, \qquad s = 1, 2, \ldots, n \end{cases}$$

sont aux différentielles totales. Il est aisé d'établir le théorème suivant :

» I. *Soit*

$$z = V(x_1, x_2, \ldots, x_n, b_1, b_2, \ldots, b_{n-m}) + b$$

une intégrale complète du système (1), $b, b_1, \ldots, b_{n-m}$ *étant des constantes arbitraires. Le déterminant fonctionnel*

$$D\left(\frac{\frac{\partial V}{\partial x_{m+1}}}{b_1}, \frac{\frac{\partial V}{\partial x_{m+2}}}{b_2}, \ldots, \frac{\frac{\partial V}{\partial x_n}}{b_{n-m}}\right)$$

ne s'annulant pas, les équations

$$(3)\qquad \begin{cases} F_k(x_1, x_2, \ldots, x_n, p_1, p_2 \ldots, p_n) = a_k, \\ \dfrac{\partial V}{\partial x_{m+i}} = p_{m+i}, \qquad \dfrac{\partial V}{\partial b_i} = a_{m+i}, \\ k = 1, 2, \ldots, m, \qquad i = 1, 2, \ldots, n-m \end{cases}$$

donnent l'intégrale générale du système (2), *les* a_s *étant de nouvelles constantes arbitraires.*

» La démonstration du théorème inverse du précédent se base sur la considération de la fonction suivante :

$$\sum_{k=1}^{m}\left[\frac{1}{\Delta}\sum_{\nu=1}^{n-m} p_{m+\nu}\mathrm{D}\left(\frac{\mathrm{F}_1, \mathrm{F}_2, \ldots, \mathrm{F}_k, \quad \ldots, \mathrm{F}_m}{p_1, p_2, \ldots, p_{m+\nu}, \ldots, p_m}\right) + p_k\right] dx_k.$$

» Cette dernière jouit de la propriété remarquable de devenir une différentielle exacte, que nous nommerons dM, en vertu d'une intégrale générale ou particulière du système (2). Nous avons, en particulier, si les équations (1) sont résolues par rapport aux dérivées $p_1, p_2, \ldots, p_m$, que dM est identique à la différentielle dU, étudiée dans ma Note : *Généralisation de la première méthode de Jacobi sur l'intégration d'une équation aux dérivées partielles* (*Comptes rendus* du 23 janvier 1899). Je veux ici mentionner à son sujet que M. A. Mayer a bien voulu attirer mon attention par sa lettre du 22 juin sur son Mémoire : *Zur Integration der partiellen Differentialgleichungen erster Ordnung* (*Nachrichten von der k. Gesellschaft der Wissenschaften und der Georg-Augusts-Universität*, Göttingen, 1873, p. 299), qui m'était inconnu à l'époque, quand j'ai publié mon Travail cité plus haut. Cet éminent géomètre, tout en conservant les notions de l'illustre Lagrange sur les équations aux dérivées partielles et leurs intégrales, y a esquissé une démonstration de la méthode de Cauchy, généralisée par S. Lie, sur l'intégration des équations correspondant à la différentielle dU, et cela en profitant des propriétés de cette dernière. Le théorème suivant donne une extension de la théorie en question aux équations (1) :

» II. *Considérons l'intégrale particulière du système* (2)

$$(4)\quad \begin{cases} x_{m+i} = f_i(x_1, x_2, \ldots, x_m, a_1, a_2, \ldots, a_{n-m}, b_1, b_2, \ldots, b_{n-m}), \\ p_s = \varphi_s(x_1, x_2, \ldots, x_m, a_1, a_2, \ldots, a_{n-m}, b_1, b_2, \ldots, b_{n-m}), \end{cases}$$
$$i = 1, 2, \ldots, n-m, \qquad s = 1, 2, \ldots, n,$$

que l'on obtient en prenant les équations (1) *comme* m *intégrales distinctes, les constantes arbitraires* a_i, b_i *étant les valeurs initiales des variables* x_{m+i}, p_{m+i}. *La quadrature de la différentielle exacte* dM *effectuée, considérons la fonction*

$$\mathrm{V} = \int_{\mathrm{M}_0}^{\mathrm{M}} d\mathrm{M} + \sum_{i=1}^{n-m} a_i b_i,$$

où M *est la valeur initiale de la fonction* M. *En éliminant les* a_i, *donnés en*

fonctions des x_s, b_i par les équations (4), *l'égalité*

$$Z = V(x_1, x_2, \ldots, x_n, b_1, b_2, \ldots, b_{n-m}) + b$$

représente une intégrale complète du système (1), *b étant une nouvelle constante arbitraire.*

» Le problème de l'intégration des équations (2) est équivalent à celui du système d'équations simultanées linéaires aux dérivées partielles d'une seule fonction inconnue F

$$(5) \qquad (F_k, F) = 0 \qquad (k = 1, 2, \ldots, m).$$

Donc le théorème bien connu de S. Lie (*Math. An.*, Bd. XI, p. 469) est une conséquence des formules (3), et il s'ensuit immédiatement :

» *Si l'on connaît $n - m$ intégrales distinctes en involution du système* (5), *son intégrale générale s'obtient par une quadrature.*

» On en conclut de même que *le problème d'intégration du système* (5) *n'exige que $n - m$ opérations d'intégration d'ordre $2n - 2m$, $2n - 2m - 2$, ..., 4, 2 et une quadrature. Le nombre et l'ordre de ces dernières opérations s'abaissent de $2l$ unités, chaque fois que l'on connaît $l (l < n - m)$ intégrales distinctes en involution du système* (5). »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations indéterminées de la forme* $x^\lambda + y^\lambda = cz^\lambda$.

Note de M. **Edmond Maillet**, présentée par M. C. Jordan.

« En nous appuyant, d'une part sur les méthodes de Kummer [1], d'autre part sur certains résultats obtenus par nous antérieurement [2], nous avons obtenu les théorèmes suivants :

» I. Soit λ un nombre premier non exceptionnel [3]. L'équation indé-

---

(1) *Journ. de Liouville*, t. XVI, 1851 et *Abh. der Akad. d. W.*, Berlin, 1857 et suiv.

(2) *Mémoires de l'Association française pour l'avancement des Sciences : Congrès de Saint-Étienne*, p. 156 et suiv.; 1897.

(3) Nous appelons, d'après Kummer (*loc. cit.*) et Smith (*Report on the Theory of Numbers*, § 52; *Reports on the British Assoc.*, 1859 et suiv.), *nombre premier non exceptionnel* tout nombre $\lambda \geqq \rho$ qui ne divise le numérateur d'aucun des $\frac{\lambda - 3}{2}$ premiers nombres de Bernoulli. Tout nombre premier $\geqq \rho$ et $\leqq 100$ autre que 37, 59 ou 67, est non exceptionnel.

terminée

$$x^\lambda + y^\lambda = A\lambda^{k\lambda+\beta} z^\lambda$$

($k\lambda + \beta \geqq 1$, $\beta = 0$ ou 1) est impossible en nombres entiers réels x, y, z premiers entre eux deux à deux et à λ, quand A est réel et égal à 1 ou $r_1^{b_1} \dots r_i^{b_i}$, $r_1, \dots, r_i$ étant des nombres premiers différents, différents de λ, et appartenant (mod λ) à des exposants $f_1, \dots, f_i$ tels que

$$\sum_1^i m \frac{1}{f_m} \leqq \frac{\lambda - 3}{\lambda - 1}.$$

C'est en particulier le cas quand $A = r_1^{b_1} \not\equiv 1 \pmod{\lambda}$.

» II. L'équation indéterminée

$$x^\lambda + y^\lambda = r_1^{b_1} z^\lambda$$

(λ premier non exceptionnel, r_1 premier, $b_1 < \lambda$) est impossible en nombres entiers réels :

» 1° Quand $r_1^{b_1} \equiv -1 + c_1\lambda \pmod{\lambda^2}$, quel que soit λ, c_1 étant un, au moins, des nombres $1, 2, \dots, \lambda - 1$ qui dépend de λ;

» 2° Quand $\lambda = 5$, 7 ou 17 et $r_1^{b_1} \equiv 4 \pmod{\lambda^2}$;

» 3° Quand $\lambda = 11$ et $r_1^{b_1} \equiv 5$ ou $47 \pmod{\overline{11}^2}$;

» 4° Quand $\lambda = 13$ et $r_1^{b_1} \equiv 17 \pmod{\overline{13}^2}$.

» III. L'équation indéterminée [1]

$$x^7 + y^7 = cz^7$$

est impossible en nombres entiers réels quand c est premier et d'une des formes

$$49k \pm 3,\quad \pm 4,\quad \pm 5,\quad +6,\quad -8,\quad \pm 9,\quad \pm 10,\quad -15,$$
$$\pm 16,\quad -22,\quad \pm 23 \quad \text{ou} \quad \pm 24.$$

» IV. L'équation indéterminée $x^\lambda + y^\lambda = \lambda z^\lambda$ (λ premier non exceptionnel) est impossible en nombres entiers.

» Les méthodes qui nous ont conduit à ces résultats permettraient d'ailleurs d'obtenir une foule de résultats analogues pour les équations de la forme $x^\lambda + y^\lambda = cz^\lambda$, c ayant d'autres valeurs que celles indiquées ci-dessus. »

---

(1) Le cas où $\lambda = 5$ a été étudié par Dirichlet (Œuvres complètes) et Lebesgue (*Journal de Liouville*; 1843).

GÉOMÉTRIE. — *Sur une correspondance entre deux espaces réglés.* Note de M. A. **Demoulin**, présentée par M. Darboux.

« Soit $\varphi(x, y, z) = C$ l'équation d'une série simplement infinie de surfaces. C_0 et C'_0 étant deux valeurs particulières données à C, insérons entre ces nombres n moyens $C_1, C_2, \ldots, C_n$ et posons

$$\Delta C_k = C_{k+1} - C_k, \qquad \Delta C_n = C'_0 - C_n.$$

Soient $S_0, S'_0, S_1, \ldots, S_n$ les surfaces de la famille qui répondent aux valeurs $C_0, C'_0, C_1, \ldots, C_n$ de C. Attribuons à chacune de ces surfaces un indice de réfraction : à la surface S_k l'indice $1 - f(C_k)\Delta C_k$, $f(\alpha)$ désignant une fonction continue de α; à la surface S'_0 l'indice *un*. Cela posé, à tout rayon lumineux d nous ferons correspondre un rayon lumineux d' de la manière suivante : le rayon d étant assujetti à rencontrer d'abord la surface S_0 en A_0 se réfractera en ce point en obéissant à la loi de Descartes et donnera lieu à un rayon réfracté A_0A_1; celui-ci se réfractera à son tour à sa rencontre en A_1 avec la surface S_1 et ainsi de suite; le rayon $A_{n-1}A_n$ se réfractera en A_n à sa rencontre avec la surface S_n et donnera lieu au rayon d'. Il suit immédiatement du théorème de Dupin que si le rayon d engendre une congruence de normales, il en sera de même du rayon d'. Faisons maintenant croître n indéfiniment, les ΔC_k tendant vers o. A tout rayon d correspondra une courbe Γ, limite du polygone $A_0A_1\ldots A_{n-1}A_n$ et tangente en A_0 au rayon d. La limite d'' du rayon d sera évidemment tangente à la courbe Γ au point où celle-ci rencontre la surface S'_0.

» Pour traduire en formules la correspondance entre les droites d et d'', il faudra déterminer les courbes Γ dont le nombre est quadruplement infini. Ces courbes ne dépendent que de la famille $\varphi(x, y, z) = C$ et de la fonction $f(\alpha)$ et non des surfaces S_0, S'_0.

» Soient u, v, w les cosinus directeurs de la tangente à l'une quelconque des courbes Γ et s l'arc de cette courbe. On a

$$\text{(A)} \qquad \begin{cases} \dfrac{du}{ds} = f(\varphi)[\varphi'_x - u(u\varphi'_x + v\varphi'_y + w\varphi'_z)], \\ \dfrac{dv}{ds} = f(\varphi)[\varphi'_y - v(u\varphi'_x + v\varphi'_y + w\varphi'_z)], \\ \dfrac{dw}{ds} = f(\varphi)[\varphi'_z - w(u\varphi'_x + v\varphi'_y + w\varphi'_z)]. \end{cases}$$

» De ces équations on déduit aisément le théorème suivant : *Celles des*

courbes Γ *qui passent en un point* M *de l'espace ont leurs centres de courbure en ce point distribués dans un plan,* mais cette propriété n'est pas caractéristique : les courbes les plus générales qui la possèdent sont définies par les équations (A) où l'on remplacera les fonctions $f(\varphi)$, φ'_x, φ'_y, φ'_z par quatre fonctions arbitraires de x, de y et de z.

» Les courbes Γ ont pour équations différentielles

$$(\mathrm{B})\qquad \begin{cases} y'' = f(\varphi)(1+y'^2+z'^2)(\varphi'_y - \varphi'_x y'), \\ z'' = f(\varphi)(1+y'^2+z'^2)(\varphi'_z - \varphi'_x z'). \end{cases}$$

» Ces courbes, gauches en général, ne sont planes que lorsque les surfaces $\varphi(x, y, z) = C$ sont des sphères concentriques ou des plans parallèles. Nous avons intégré les équations (B) dans ces deux cas ainsi que dans le cas d'une famille de paraboloïdes égaux et de révolution autour du même axe.

» L'étude de la correspondance des droites d et d'' se justifie par le théorème suivant :

» *Si une droite d engendre une congruence de normales, la droite d'' en engendre une autre.*

» Ce théorème, très vraisemblable d'après ce qui précède, peut être établi en toute rigueur; il permet de déduire d'une congruence de normales une congruence de normales et constitue une réponse partielle à une question intéressante qui nous a été proposée par M. Bricard et que nous soumettons à notre tour aux géomètres : *Établir entre deux droites la correspondance la plus générale telle que si l'une d'elles engendre une congruence de normales, il en soit de même de l'autre.* Les transformations demandées forment évidemment un groupe.

» Dans le même ordre d'idées, nous indiquerons une généralisation du théorème de Dupin qui nous semble nouvelle. Soient : $\Sigma, \Sigma_1, \ldots, \Sigma_n$, $n+1$ surfaces fixes. A une droite d rencontrant la surface Σ en M faisons correspondre ainsi qu'il suit une droite d' passant par M. Appelons $\rho_1, \ldots, \rho_n$ les longueurs des normales $MP_1, \ldots, MP_n$ menées du point M aux surfaces $\Sigma_1, \ldots, \Sigma_n$, et $\bar{\alpha}_1, \ldots, \bar{\alpha}_n$, n vecteurs unitaires dirigés suivant ces normales. Soient, de plus, $\bar{\alpha}$, $\bar{\alpha}'$ et $\bar{\beta}$ des vecteurs unitaires dirigés suivant les droites d, d' et la normale en M à Σ. Le vecteur $\bar{\alpha}'$ sera défini par l'égalité

$$n\bar{\alpha}' = \sum_1^n \frac{\partial f}{\partial \rho_i}\bar{\alpha}_i + \bar{\alpha} + h\bar{\beta},$$

dans laquelle n est une constante et $f(\rho_1, \ldots, \rho_n)$ une fonction quelconque de $\rho_1, \ldots, \rho_n$. Quant au nombre h, il est déterminé par la condition que $\bar{\alpha}'$ soit unitaire. Cela posé, *les droites d et d' engendreront en même temps des congruences de normales.* »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur le champ magnétique à l'intérieur d'un cylindre creux parcouru par un courant* (¹). Note de M. **W. de Nikolaieve**, présentée par M. H. Poincaré.

« Il est facile de voir qu'il ne doit pas y avoir de *force magnétique* à l'intérieur d'un tube cylindrique creux indéfini, parcouru par un courant suivant les génératrices du cylindre; l'action est encore très faible à l'intérieur d'un tel cylindre (*courant tubulaire*) de longueur finie, mais grande par rapport au diamètre du cylindre. Mais l'expérience a montré qu'un pôle magnétique placé à l'intérieur d'un courant tubulaire subit un *couple magnétique*.

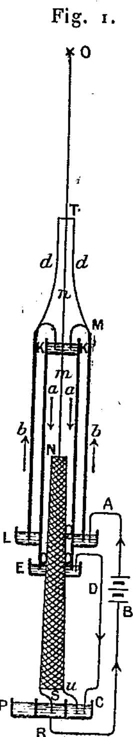
» L'appareil se compose essentiellement de deux tubes métalliques *aa*, *bb* (*fig.* 1) formant deux courants tubulaires de même axe, et d'un électro-aimant NS (tige de fer entouré d'un courant hélicoïdal montant de *n* en N, puis descendant de N en S le long de la tige). Chacune de ces trois parties : tube *aa*, tube *bb* et électro NS, peut tourner, indépendamment des deux autres, autour de l'axe commun. Le tube extérieur *bb* porte trois tiges *d* réunies par un plateau T, qui est muni d'un fil de suspension OT et porte, en dessous, les crochets permettant de suspendre les tubes *aa* et *bb*. L'électro peut tourner librement autour du fil de suspension *m*, ou bien il est lié avec le tube *aa* et peut alors tourner autour du fil supérieur *n*. Quatre godets K, L, E, P, remplis de mercure, constituent quatre contacts liquides qui permettent aux tubes et à l'électro de tourner jusqu'à ce que les couples de torsion des fils équilibrent les couples magnétiques.

» On envoie d'abord le courant électrique dans le circuit AQDCRBA, *les tubes a et b étant exclus du circuit électrique*. On constate que, dans ces conditions, l'électro reste immobile comme les tubes. En second lieu, on envoie le courant dans les tubes *a* et *b* suivant le circuit A*b*MK*a*QA, *après avoir relié invariablement l'électro* NS *avec le tube aa*. Dans ces conditions, on observe que l'électro lié à *a* entre en rotation en même temps que le tube *b* tourne dans le sens opposé. Comme le courant tubulaire *aa* est invariablement lié à l'électro NS, il faut admettre qu'il ne peut agir sur NS

(¹) Travail fait au laboratoire du prince Boris Galitzine, de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg.

et que la rotation du pôle N est due à un couple magnétique produit par le courant tubulaire *bb* (¹).

Fig. 1.



» Tout se passe comme si les champs magnétiques des courants linéaires longeant les génératrices des tubes *aa* et *bb* subsistaient indépendamment les uns des autres, bien qu'il n'y ait pas de force magnétique à l'intérieur des tubes. En tous cas, l'expérience montre qu'*il règne un couple magnétique à l'intérieur d'un courant tubulaire*. »

(¹) Ce couple est égal et opposé au couple que peut exercer le courant tubulaire *aa*. Ces deux couples ont même moment que le couple fourni par un *courant-tige* de même intensité. Cela résulte de l'expérience suivante : l'électro reste immobile quand le fil CD est démonté et quand l'extrémité *u* du courant de l'électro est reliée avec le godet D. Or, dans les mêmes conditions, l'électro reste encore immobile si l'on remplace les courants tubulaires par deux *courants-tiges*.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la cohésion diélectrique des gaz raréfiés*. Note de M. E. **Bouty**, présentée par M. Lippmann.

« Dans une Note antérieure (1), j'ai annoncé que, quand on place un tube à gaz raréfié dans un champ électrostatique uniforme, il y a une intensité critique f du champ telle que, pour toute intensité inférieure à f, le gaz est un diélectrique parfait, tandis que, pour toute intensité supérieure, le gaz livre passage à une décharge.

» L'intensité f du champ mesure l'*obstacle que le gaz oppose à la rupture de l'équilibre diélectrique*, ou ce qu'on peut appeler, à bon droit, la *cohésion diélectrique* du gaz. Cette cohésion est fonction de la pression p. Je me suis proposé de chercher la relation qui lie f à p.

» 1° *Mesure de p*. — A cet effet, j'ai monté à demeure mes tubes à gaz sur une machine pneumatique à mercure en relation avec un double baromètre de M. Leduc (2). J'ai pu ainsi évaluer à moins de $\frac{1}{50}$ de millimètre près les pressions p comprises entre 1^{cm} et $0^{mm},25$, que j'ai le plus habituellement employées.

» Le condensateur, porté par un chariot, pouvait être écarté à volonté ou venir encadrer le tube qui n'occupait que la région centrale du champ et ne touchait pas les plateaux.

» Je chargeais le condensateur à l'aide d'une batterie de petits accumulateurs pouvant donner jusqu'à 2000 volts et je comparais les charges qu'il reçoit, avec ou sans le tube à gaz, en le déchargeant sur un électromètre capillaire convenablement étalonné.

» 2° *Mesure de f*. — En faisant varier la différence de potentiel employée pour la charge, on trouve, par tâtonnements, la différence de potentiel critique. Soit $V_1 - V_2$ sa valeur.

» Imaginons, pour simplifier, que les plateaux, situés à une distance e, soient assez larges par rapport à leur surface, pour que le champ soit constant dans tout l'intervalle. Il a pour valeur

$$f = \frac{V_1 - V_2}{e}. \tag{1}$$

---

(1) Voir Séance du 17 juillet, p. 152 de ce Volume.

(2) M. Leduc a bien voulu mettre à ma disposition son installation pour la mesure des pressions. Je le prie d'agréer mes remercîments.

» Supposons, de plus, le tube à gaz de forme sphérique et ses parois d'épaisseur uniforme et très petite. Le champ à l'intérieur du tube est constant et se confond avec le champ extérieur, à un facteur près, très sensiblement égal à 1. Le champ intérieur, qui seul nous intéresse, se calculera donc par la formule (1).

» Pratiquement, la distance des plateaux est toujours trop grande pour que l'emploi de la formule (1) soit parfaitement légitime et que le champ extérieur soit rigoureusement constant. De plus, les tubes n'étant ni sphériques, ni d'épaisseur uniforme, le champ intérieur ne peut être confondu avec le champ extérieur qu'à un degré moindre d'approximation.

» Enfin, la valeur critique de $V_1 - V_2$ et, par conséquent, de f ne peut être fixée sans quelque hésitation, eu égard aux circonstances accessoires qui font varier f indépendamment de p, dans des limites d'ailleurs assez étroites.

» Cependant toutes les causes perturbatrices ne peuvent altérer la valeur de f que par un facteur constant pour un même tube et une distance donnée des plateaux et, en général, assez voisin de 1.

» L'expérience montre en effet que, dans des limites pratiques, les valeurs de f trouvées pour une série de valeurs de p avec des tubes de forme différente et diverses distances des plateaux sont proportionnelles.

» 3° *Relation de f et de p.* — Ainsi la même forme de fonction se prête à relier les valeurs de f calculées par la formule (1) et les valeurs de p, indépendamment de la forme des tubes et de la distance des plateaux. Cette fonction demeurerait donc la même, à un coefficient numérique près, si l'on pouvait réaliser rigoureusement les conditions théoriques.

» Dans les limites où j'ai opéré, on a

$$f = A\left(1 + Bp + \frac{C}{p}\right). \tag{2}$$

Cette équation représente une hyperbole asymptote à l'axe des f et à la droite $f = A(1 + Bp)$. La cohésion électrique, très grande dans le vide de Crookes, décroît d'abord quand la pression augmente, passe par un minimum et redevient très grande pour des pressions comparables à la pression atmosphérique.

» Il est vraisemblable que les molécules de gaz agissent de deux manières distinctes pour modifier la cohésion diélectrique de l'éther, qui est indéfinie. Quand les molécules gazeuses sont très écartées, pour ainsi dire isolées, elles n'agissent que pour rompre la continuité de l'éther où elles

introduisent autant de points faibles ; d'où le terme en $\frac{1}{p}$ prépondérant aux très basses pressions.

» Quand les molécules sont assez rapprochées pour réagir les unes sur les autres, leur action réciproque paraît s'exercer dans un sens tel que la cohésion résultante est renforcée proportionnellement à leur nombre ; d'où le terme en p prépondérant aux pressions élevées.

» 4° *Influence de la nature du gaz.* — J'ai opéré avec l'air, le gaz d'éclairage, l'acide carbonique et l'hydrogène.

» Le coefficient B, le mieux déterminé par les expériences, se montre indépendant de la nature du gaz. Il semble en être de même du coefficient C plus mal déterminé, puisque mon installation ne permettait pas de mesurer avec précision les pressions très basses.

» Seul le coefficient A croît avec le poids moléculaire. En prenant pour unité le coefficient relatif à l'hydrogène, j'ai trouvé les nombres suivants que je donne seulement à titre de première indication :

Hydrogène........................	1,00
Gaz d'éclairage....................	1,16
Air..............................	1,40
Acide carbonique..............	1,55

» Si l'on évalue p en millimètres de mercure, on a sensiblement

$$\frac{B}{C} = 4,4.$$

» La fixation plus exacte des rapports de ces divers coefficients et de leur valeur absolue dans le système C.G.S. fera l'objet d'un travail ultérieur. »

PHYSIQUE. — *Disparition instantanée du phénomène de Kerr* (¹).
Note de MM. **H. Abraham** et **J. Lemoine**, présentée par M. J. Violle.

« 1. Un milieu isotrope devient biréfringent sous l'action d'un champ électrique : c'est le phénomène de Kerr. Est-ce une action instantanée ? Ou bien, au contraire, la biréfringence n'apparaît-elle et ne disparaît-elle qu'avec un certain retard par rapport à l'établissement ou à la suppression du champ électrique ?

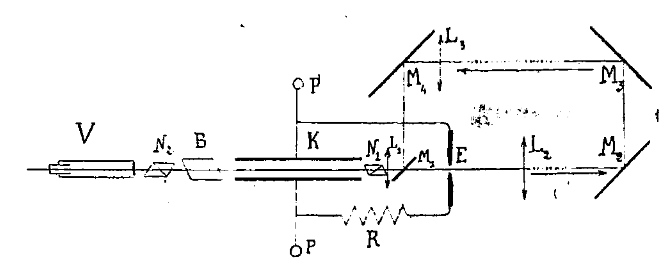
(¹) Travail fait au laboratoire de Physique de l'École Normale supérieure.

» M. Blondlot ([1]) a établi, en employant une méthode de miroir tournant, que ce retard, s'il existe, ne peut dépasser $\frac{1}{40000}$ de seconde.

» Une méthode différente nous a montré que cette limite pouvait être beaucoup reculée.

» Dans cette première Communication nous nous occupons seulement de ce qui se passe lors de la suppression du champ électrique.

» 2. Un condensateur K, formé de deux lames de laiton parallèles (longueur, 18^{cm}; largeur, 3^{cm}), distantes de 3^{mm}, est immergé dans une cuve de sulfure de carbone ([2]). Ses électrodes sont réunies aux pôles P d'un transformateur à haut voltage.



» Deux tiges de laiton E constituent un déflagrateur en relation avec les armatures du condensateur K par l'intermédiaire d'un circuit aussi court que possible (124^{cm}) comprenant un rhéostat à sulfate de cuivre R. L'étincelle du déflagrateur est énergiquement soufflée de manière à transformer le courant à haut voltage du transformateur en une série de décharges disruptives du condensateur K ([3]).

» C'est l'étincelle même de décharge du condensateur qui sert de source à la lumière : on ne pourrait faire aucune mesure en employant les sources de lumière usuelles.

» La lentille convergente L_1 rend le faisceau lumineux cylindrique pour lui faire traverser l'intervalle des lames du condensateur (miroir M_1 enlevé). D'autre part, en mettant en place le miroir M_1, le système des deux lentilles convergentes L_2, L_3 et des quatre miroirs plans M_2, M_3, M_4, M_1 ramènera au condensateur la lumière de l'étincelle.

» En déplaçant l'ensemble des deux miroirs M_2, M_3, on pourra faire varier la longueur du chemin $EM_2M_3M_4M_1$ que parcourt la lumière de l'étincelle avant d'arriver au condensateur K.

» 3. On mesure la biréfringence du diélectrique par la méthode photométrique d'analyse de la lumière elliptique ([4]). Le condensateur est placé entre un polariseur N_1 à 45° sur le plan des lames, et un analyseur formé d'un biréfringent B parallèle au

---

([1]) Blondlot, *Journal de Physique*, t. VII, p. 91; 1888.
([2]) J. Lemoine, *Comptes rendus*, t. CXXII, p. 835; 1896.
([3]) H. Abraham, *Comptes rendus*, t. CXXVIII, p. 991; 1899.
([4]) Mascart, *Optique*, t. II, p. 66.

polariseur, suivi d'un nicol N_2. On observe avec un viseur V les deux images fournies par ce système. Par une rotation convenable du nicol N_2, on peut amener ces images à avoir même intensité : cette rotation mesure la différence de phase *moyenne* due au phénomène de Kerr pendant la durée du passage du flux lumineux dans le condensateur K.

» 4. Ce dispositif permet de mesurer l'intensité du phénomène de Kerr à des époques différentes. La première mesure, faite en enlevant le miroir M_1, donne la valeur du phénomène à l'instant même où éclate l'étincelle E, ou, du moins, au bout du temps qu'il faut à la lumière pour parcourir le chemin EK, qui est de 20^{cm}.

» Dans les mesures suivantes, M_1 étant en place, on peut faire croître à volonté le temps qui s'écoule entre la production de l'étincelle et l'instant où la lumière traverse K : il n'y a qu'à reculer progressivement les miroirs M_2, M_3. De cette manière on arrive, en quelque sorte, à construire la courbe du phénomène en fonction du temps; un retard de 1^m correspondant à un trois cent millionième de seconde.

» 5. Voici les résultats d'une expérience :

Chemin parcouru.	Rotation du nicol.
cm	o
20	17,3
100	8,7
400 et au delà	non mesurable

» La comparaison de ces mesures montre que, pour trouver le phénomène électro-optique réduit de moitié, il suffit que la lumière arrive avec un retard de 80^{cm}, c'est-à-dire de *un quatre cent millionième de seconde*. Ce temps est *dix mille fois* plus faible que la limite trouvée autrefois par M. Blondlot. »

CHIMIE. — *Sur les états isomériques de l'acétate chromique. Acétate normal. Acétate anormal violet monoacide.* Note de M. **A. Recoura.**

« Dans un Mémoire précédent (*Comptes rendus*, 17 juillet 1899), j'ai établi l'existence de quatre formes isomères de l'acétate chromique $Cr(C^2H^3O^2)^3$ qui se produisent par les transformations spontanées successives de sa dissolution. De ces quatre isomères, le premier, *l'acétate normal*, est un sel métallique ordinaire; les trois autres ne sont pas des sels de chrome, car les alcalis n'y produisent pas de précipité; le chrome y est

engagé dans un radical. Dans l'un, *l'acétate anormal violet biacide*, une des trois molécules d'acide acétique est dissimulée et engagée dans le radical avec le chrome; les deux autres molécules font la double décomposition avec les réactifs. Dans les deux autres isomères, *l'acétate anormal violet monoacide* et *l'acétate anormal vert monoacide*, deux des trois molécules d'acide acétique sont dissimulées. Je vais montrer maintenant comment j'ai isolé ces corps et comment j'ai établi leurs fonctions.

» *Acétate normal.* — La dissolution d'acétate normal, préparée comme je l'ai indiqué, se transforme avec une rapidité telle qu'on ne peut songer à en extraire le sel par évaporation. Voici comment je prépare l'acétate solide. L'hydrate chromique, précipité du chlorure par l'ammoniaque, est essoré à la trompe, de façon à en retirer la presque totalité de l'eau qui l'imprègne; puis on le mélange avec la quantité équivalente d'acide acétique cristallisable. La combinaison se produit avec dégagement de chaleur. On obtient ainsi une bouillie cristalline, qu'on essore aussitôt à la trompe pour en séparer l'eau-mère. On étend la substance solide sur des plaques de porcelaine poreuse, qu'on abandonne dans une cloche sèche.

» L'acétate ainsi obtenu est une poudre *gris lilas*, qui se dissout dans l'eau en donnant une dissolution *vert jaunâtre*, identique à la dissolution obtenue par double décomposition entre le sulfate violet de chrome et l'acétate de baryum. Elle se transforme avec une très grande rapidité en la dissolution violette d'acétate anormal. L'analyse de cette substance conduit à la formule $Cr(C^2H^3O^2)^3, H^2O$.

Cr dosé à l'état de Cr^2O^3	1 atome
$C^2H^4O^2$ dosé alcalimétriquement	$2^{mol},997$
H^2O par différence	$4^{mol},963$

» L'acétate normal est insoluble dans l'acide acétique. Dans le Mémoire précédent, j'ai fait l'étude de sa dissolution et montré qu'il se comporte comme un sel métallique ordinaire.

» *Acétate violet anormal monoacide.* — Avant d'étudier l'acétate anormal biacide, qui dans l'ordre des transformations succède à l'acétate normal, j'étudierai d'abord le troisième isomère, l'acétate anormal violet monoacide, dont l'histoire est plus simple. Pour obtenir ce corps à l'état solide, il suffit d'abandonner la dissolution violette d'acétate chromique à l'évaporation spontanée sous une cloche, en présence d'acide sulfurique et d'acide acétique cristallisable. On obtient comme résidu de l'évaporation une substance constituée par des lamelles minces, brillantes, vitreuses, violettes. La substance conservée dans ces conditions, jusqu'à ce qu'elle ne change plus de poids, a pour composition $Cr(C^2H^3O^2)^3, H^2O$.

Cr dosé à l'état de Cr^2O^3	1 atome
$C^2H^4O^2$ dosé alcalimétriquement	3^{mol}
H^2O par différence	$0^{mol},93$

» *Ce composé solide, quand on l'abandonne à l'air, perd lentement de l'acide acétique. Cette perte peut aller jusqu'à une molécule.* C'est pour cette

raison qu'il faut évaporer sa dissolution dans une atmosphère saturée de vapeurs d'acide acétique. Il est très soluble dans l'eau. Sa dissolution est violette.

» *Ce composé n'est pas un sel de chrome; car les alcalis ne produisent dans sa dissolution aucun précipité, à froid.* Le chrome est donc engagé dans un radical très stable. *Des trois radicaux acides qu'il renferme, deux ne peuvent être déplacés, ni par les alcalis, ni par les acides forts,* et sont par conséquent engagés dans le radical chromique; le troisième, au contraire, peut se combiner avec les alcalis : si, en effet, à la dissolution renfermant une molécule du composé et additionnée de phtaléine du phénol, on ajoute progressivement de la soude, la liqueur, qui reste limpide, vire au rouge quand on a versé une molécule de soude, comme le ferait un acide monobasique; la soude que l'on ajoute ensuite ne produit aucune modification. J'ai constaté également, par des mesures calorimétriques, que je ne puis exposer ici, que le radical chromique n'est pas attaqué par l'acide sulfurique.

» L'étude calorimétrique donne des renseignements intéressants sur la fonction de ce composé. Si à la dissolution renfermant une molécule du composé on ajoute une molécule de soude, on observe un dégagement de chaleur de $13^{Cal},25$. Or une molécule d'acide acétique libre, neutralisée par la soude dans les mêmes conditions, donne un dégagement de chaleur très voisin, $13^{Cal},40$. Je me suis assuré, par des mesures variées, que cette petite différence n'est pas due à des erreurs d'expérience, qu'elle est réelle et que, par conséquent, la troisième molécule d'acide acétique du composé n'est pas mise en liberté par le fait de la dissolution, comme on serait tenté de le croire au premier abord en présence de ces deux résultats très voisins. Ainsi donc la troisième molécule d'acide acétique du composé dissous est bien combinée, comme elle l'est dans le composé solide; mais, quand on la neutralise par la soude, il se produit un dégagement de chaleur presque égal à la chaleur de neutralisation de l'acide acétique libre (les acides chromosulfuriques se comportent d'une façon analogue).

» On est par là immédiatement conduit à penser, en rapprochant ce fait des autres propriétés, que, dans ce composé chromique, ce troisième radical acide, quoique susceptible de faire la double décomposition, n'est pas uni au chrome comme un radical acide est uni au métal dans un sel ordinaire, mais que ce composé $Cr(C^2H^3O^2)^3$ est plutôt un acide monobasique à radical complexe $Cr(C^2H^3O^2)^2C^2H^4O^2$, dont la chaleur de neutralisation par la soude est presque égale à celle d'une molécule d'acide acétique.

» Cette hypothèse est pleinement vérifiée par la cryoscopie. En effet, si ce composé est un acide monobasique, quand à une molécule on ajoute une molécule de soude, on obtient *une* molécule du sel

$$Cr(C^2H^3O^2)^2C^2H^3NaO^2.$$

Si, au contraire, l'hypothèse n'est pas exacte, on a, après la neutralisation, *deux molécules séparées* $C^2H^3NaO^2$ et $Cr(C^2H^3O^2)^2$. Or, d'après les mesures cryoscopiques que j'ai faites, en prenant comme dissolvant l'eau, on obtient les abaissements moléculaires suivants :

Acide acétique..............	19,2	différence : 17,4
Acétate de soude............	36,6	
$Cr(C^2H^3O^2)^3$...............	22,1	différence : 17,4
$Cr(C^2H^3O^2)^3 + NaOH$........	39,5	

On voit immédiatement, en comparant ces nombres, que la liqueur chromique neutralisée par la soude ne peut pas renfermer deux molécules distinctes, dont une d'acétate de soude, puisque celle-ci à elle seule produirait un abaissement moléculaire de 36,6. On remarquera, en outre, qu'il y a exactement la même différence 17,4 entre l'abaissement moléculaire de l'acétate de soude et celui de l'acide acétique, qu'entre l'abaissement moléculaire du composé chromique neutralisé par la soude et celui du même composé non neutralisé. On est donc bien en droit de conclure que, comme le faisaient prévoir les mesures thermochimiques et les autres propriétés, *l'acétate anormal violet monoacide se comporte comme un acide monobasique à radical complexe.*

» Si l'on rapproche ceci du fait que j'ai signalé, que le composé solide exposé à l'air perd peu à peu une molécule d'acide acétique, on doit en conclure que cet acide complexe doit être représenté par la formule $[Cr(C^2H^3O^2)^2]C^2H^4O^2, 2H^2O$, c'est-à-dire qu'il résulte de l'union du radical $Cr(C^2H^3O^2)^2$ avec une molécule d'acide acétique. Je l'appelle *acide chromo-mono-acétique.*

» Dans une prochaine Communication, j'étudierai les deux autres isomères de l'acétate chromique. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sels basiques mixtes argento-cuivriques.* Note de M. **Paul Sabatier.**

« I. *Nitrates.* — Dans une Communication antérieure (*Comptes rendus*, p. 175, t. CXXV; 1897), j'ai indiqué que l'hydrate cuivrique, mis au con-

tact d'une solution moyennement concentrée de nitrate d'argent, se transforme peu à peu en un sel basique mixte $3Cu(OH)^2, 2AgAzO^3$, bleu violacé, bien cristallisé en beaux prismes allongés.

» Ce même composé se produit quand on oppose à molécules égales l'oxyde d'argent et une solution de nitrate cuivrique.

» En faisant varier les conditions de la première réaction, j'ai trouvé que le sel précédent n'est pas le seul qui puisse prendre naissance.

» Dans des solutions très diluées de nitrate d'argent (ayant moins de 7^{gr} d'argent par litre), l'hydrate cuivrique demeure à peu près inaltéré.

» Dans des solutions moyennes de nitrate (telles que les liqueurs normales ou demi-normales), l'hydrate cuivrique bleu, sous ses diverses formes, se transforme lentement dans le sel cristallisé déjà décrit $3Cu(OH)^2, 2AgAzO^3$.

» Mais l'hydrate brun $Cu^4H^2O^5$ (1) ne se transforme qu'avec une extrême lenteur.

» Dans les solutions très concentrées de nitrate d'argent, les hydrates cuivriques bleus se transforment très vite, et l'hydrate brun lui-même ne tarde pas à se changer en cristaux aciculaires très fins, de couleur bleu clair.

» L'eau les dissocie facilement, avec séparation de nitrate d'argent. Lavés rapidement et séchés à l'air, ils répondent à la formule $2Cu(OH)^2, 2AgAzO^3$.

» Ce sel se forme plus vite à chaud qu'à froid dans les liqueurs saturées d'azotate d'argent, et alors quelques heures suffisent pour obtenir avec l'hydrate noir une transformation très avancée.

» II. *Chlorate*. — Les hydrates cuivriques bleus, mis au contact d'une solution concentrée de chlorate d'argent, se changent assez rapidement en une poudre lourde d'un beau bleu, qui apparaît au microscope constituée par de belles lames prismatiques légèrement obliques. Ces cristaux, essorés rapidement, correspondent à la formule $2Cu(OH)^2, 2AgClO^3$.

» Je suis arrivé au même composé, en abandonnant une solution de chlorate cuivrique au contact d'une molécule d'oxyde d'argent :

$$2Cu(ClO^3)^2 + 2Ag^2O + 2H^2O = 2Cu(OH)^2, 2AgClO^3 + 2AgClO^3.$$

» En employant une faible dose d'oxyde d'argent, on n'obtient pas de sel mixte, mais, de même que dans le cas du nitrate, tout l'oxyde d'argent se dissout en déplaçant l'hydrate cuivrique qui passe à l'état de chlorate basique cristallisé bleu verdâtre :

$$4Cu(ClO^3)^2 + 3Ag^2O + 3H^2O = 3Cu(OH)^2, Cu(ClO^3)^2 + 6AgClO^3.$$

» Pour une dose d'oxyde d'argent comprise entre $\frac{3}{4}$ de molécule et 1 molécule, les deux réactions précédentes se produisent à la fois.

» Pour une dose supérieure à une molécule, une partie de l'oxyde d'argent demeure

(1) Voir à ce sujet ma Communication (*Comptes rendus*, t. CXXV, p. 101).

inaltérée et mêlée au sel mixte. Le phénomène est donc analogue à celui qu'avait donné le nitrate (*loc. cit.*)

» III. *Sulfates.* — L'hydrate cuivrique bleu stable, récemment préparé selon les indications de Péligot, étant mis au contact d'une solution saturée de sulfate d'argent, se change lentement en une poudre cristalline bleue, qui apparaît au microscope formée de beaux prismes courts, épais, et très inclinés. Ils correspondent à la formule

$$3Cu(OH)^2, \quad SO^4Ag^2.$$

» L'hydrate cuivrique bleu, récemment précipité par la potasse diluée, étant placé dans une solution maintenue saturée de sulfate d'argent, s'y transforme promptement en une masse volumineuse bleu pâle, constituée par des aiguilles très allongées; c'est un autre hydrate du même sel, savoir :

$$3Cu(OH)^2, \quad SO^4Ag^2, \quad 3H^2O.$$

» L'hydrate cuivrique noir n'avait, après plusieurs mois, subi dans le sulfate d'argent aucune transformation appréciable.

» IV. *Hyposulfate.* — L'hydrate cuivrique bleu, placé dans une solution d'hyposulfate d'argent, se change assez rapidement en une matière floconneuse violacée, très volumineuse, d'hyposulfate basique mixte, qui, séparée aussi parfaitement que possible de son eau-mère, et séchée à l'air, répond à la formule

$$2Cu(OH)^2Ag^2S^2O^6.$$

» Le sel est souillé d'un léger excès d'hyposulfate d'argent.

» Le même composé peut être réalisé par la marche inverse à partir de l'hyposulfate cuivrique. Une petite quantité d'oxyde d'argent précipite seulement de l'hyposulfate basique vert de cuivre $3Cu(OH)^2CuS^2O^6$. En ajoutant peu à peu de très petites doses d'oxyde d'argent, on voit à un certain moment, le précipité changer d'aspect : il devient floconneux et violacé. C'est le sel basique mixte.

» V. En résumé, par le contact direct de l'hydrate cuivrique avec des solutions argentiques, on arrive à des sels basiques mixtes, qui dérivent de deux types distincts :

» Tricuivrique (nitrate, sulfate);

» Bicuivrique (nitrate, chlorate, hyposulfate).

» Sauf pour le sulfate, où la très faible solubilité du sel d'argent oppose un obstacle, ces sels peuvent être également obtenus, dans certaines conditions, par l'action de l'oxyde d'argent sur les sels cuivriques. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la purification de l'iridium* (1).
Note de M. E. **Leidié**, présentée par M. Troost.

« Lorsqu'on purifie l'iridium industriel par la méthode de Sainte-Claire Deville et Debray (fusion du métal avec le plomb) on arrive, en épuisant méthodiquement par divers acides le produit de cette fusion, à lui enlever facilement et complètement le platine, le palladium, l'argent, le cuivre et le plomb; l'iridium résiduel retient, ainsi que l'ont fait constater les auteurs de la méthode, le ruthénium et le fer de l'alliage, ainsi que du rhodium et de l'osmium suivant la provenance du métal à purifier.

» C'est à ce cas particulier que s'adresse la méthode dont je vais exposer le résumé; elle est moins longue et moins délicate à effectuer que la méthode par voie sèche; bien qu'elle soit basée sur la transformation préalable des métaux en chlorures et sur l'emploi systématique de l'azotite de sodium, elle n'a rien de commun avec l'ancienne méthode de Gibbs (2), dont j'ai démontré l'inexactitude à propos des azotites doubles du rhodium (3). Voici en quoi consiste cette méthode.

« L'iridium finement pulvérisé et mélangé avec deux fois son poids de chlorure de sodium fondu est chauffé dans un courant de chlore sec, à la température du rouge naissant. Le produit de la réaction étant refroidi, on le traite par un poids d'eau distillée, légèrement acidulée par l'acide chlorhydrique qui doit être égal à vingt-cinq ou trente fois le poids de l'iridium employé. La dissolution filtrée est portée à la température de 50° à 60°, et additionnée peu à peu d'azotite de sodium jusqu'à ce qu'elle cesse de dégager des vapeurs nitreuses et qu'elle soit devenue neutre au tournesol; à ce moment, on y ajoute avec précautions (à cause du dégagement gazeux qui se produit quand il y a de l'osmium) assez de carbonate de sodium pour qu'elle ait une réaction franchement alcaline au tournesol; enfin, on ajoute à nouveau un léger excès d'azotite de sodium et l'on porte quelques instants à l'ébullition; on laisse refroidir et l'on filtre.

« Dans ces conditions, on a précipité complètement le fer de l'alliage avec le plomb qui peut résulter d'une fusion défectueuse sous forme d'oxydes, et l'or à l'état métallique. La dissolution renferme le ruthénium, le rhodium, l'iridium à l'état d'azotites doubles

$$Ru^2(AzO^2)^6, 4AzO^2Na - Rh^2(AzO^2)^6, 6AzO^2Na - Ir^2(AzO^2)^6, 6AzO^2Na,$$

ainsi que l'osmium à l'état d'osmiate : OsO^4Na^2.

---

(1) Travail effectué au laboratoire de Chimie de l'École Normale supérieure.

(2) Gibbs (W), *Journ. für pr. Chem.*, t. XCI, p. 175 et t. XCIV, p. 10.

(3) Leidié (E.), *Comptes rendus*, t. CXI, p. 106.

» Pour éliminer le ruthénium et l'osmium, on les transforme en peroxydes RuO^4 et OsO^4 volatils. Pour cela, on additionne le liquide d'un excès de soude, on le place dans un appareil distillatoire semblable à celui qui sert à la volatilisation du peroxyde de ruthénium, et l'on y fait passer un courant de chlore en refroidissant; il se fait un hypochlorite alcalin et, par suite, les peroxydes RuO^4 et OsO^4 prennent naissance. On laisse le liquide se réchauffer, puis on élève légèrement sa température en y faisant passer un courant de chlore assez rapide : les peroxydes RuO^4 et OsO^4 sont complètement éliminés; ils sont condensés d'abord dans un récipient refroidi, puis dans un flacon laveur renfermant de la potasse.

» Les azotites de rhodium et d'iridium qui restent dans la liqueur sont détruits, ainsi que le chlorate et l'azotate alcalins qui les accompagnent, par des évaporations à siccité, effectuées en présence d'un excès d'acide chlorhydrique et répétées plusieurs fois; ils se transforment ainsi en chlorures doubles Rh^2Cl^6, $6NaCl$, et $IrCl^4$, $2NaCl$. On dissout la masse saline dans de l'eau froide chargée de chlore et l'on fait cristalliser pour séparer la plus grande partie du chlorure de sodium formé dans le cours des opérations et qui se sépare le premier. Les cristaux qui se forment les derniers sont un mélange de ces deux chlorures doubles; on les essore et on les dessèche complètement à 105°. On les chauffe alors, pendant trois à quatre heures, au milieu d'un courant de chlore sec à la température de 440° (étuve à vapeur de soufre). La matière refroidie est alors traitée par de l'eau froide chargée de chlore : le chlorure double de rhodium s'est dédoublé en chlorure de sodium et en sesquichlorure Rh^2Cl^6 insoluble dans l'eau, comme celui qui est préparé par voie sèche à haute température. On sépare celui-ci par filtration ([1]).

» Quant au sel d'iridium, il est resté inaltéré et se trouve dans la liqueur sous forme de chloroiridate $IrCl^4$, $2NaCl$, accompagné de l'excès de chlorure de sodium; au moyen d'un excès de chlorure d'ammonium, on le précipite à l'état de chloroiridate $IrCl^4$, $2AzH^4Cl$ insoluble dans ces conditions; on lave celui-ci avec une solution concentrée de sel ammoniac, on le sèche, on le décompose au rouge dans un courant d'hydrogène, et on le laisse refroidir dans un courant de gaz acide carbonique; on obtient ainsi l'iridium pur.

» Je me propose de généraliser cette méthode, et de l'employer à la séparation des métaux du platine par voie humide. »

([1]) Pour réussir dans cette opération, il faut absolument : 1° éviter la présence d'un excès de chlorure de sodium; celui-ci donne, en effet, de la stabilité au chlorure double de rhodium qui se décompose difficilement au milieu d'une masse de chlorure de sodium fondue, et qui passerait en dissolution avec le chloroiridate; 2° opérer sur un sel parfaitement desséché et avec du chlore absolument sec; en effet, le chlore, en présence de la vapeur d'eau, donne de l'acide chlorhydrique : or, le chloroiridate $IrCl^4$, $2NaCl$, chauffé à 440° dans du gaz acide chlorhydrique, se décompose et donne Ir^2Cl^6, $6NaCl$ soluble et Ir^2Cl^6 insoluble qui resterait avec le sesquichlorure de rhodium Rh^2Cl^6.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur un azotite double de ruthénium et de potassium* (1). Note de M. L. **Brizard**, présentée par M. Troost.

« Deux azotites doubles de ruthénium et de potassium ont été décrits jusqu'ici, d'abord par MM. Joly et Vèzes (2), puis par MM. Joly et Leidié (3). Ces deux sels, qui ont respectivement pour formules $Ru^2(AzO^2)^6$, $4AzO^2K$ et $Ru^2O(AzO^2)^4$, $8AzO^2K$, sont liés très étroitement au chlorure double nitrosé $RuAzOCl^3$, $2KCl$; en effet, d'une part, on peut les obtenir tous deux par l'action de l'azotite de potassium sur ce chlorure double nitrosé, et, d'autre part, tous deux sont ramenés par l'acide chlorhydrique à l'état de chlorure double nitrosé.

» J'ai obtenu un nouvel azotite double de ruthénium et de potassium, tout différent des précédents, et dont l'étude m'a paru offrir quelque intérêt en raison des relations qu'il présente avec un chlorure double complexe $Ru^2.H^2.AzO.Cl^3$, $3KCl$, $2HCl$ que j'ai décrit antérieurement (4); ces relations sont analogues aux précédentes, c'est-à-dire que, d'une part, le nouvel azotite double peut s'obtenir par l'action de l'azotite de potassium sur ce chlorure double complexe, et, d'autre part, par l'action de l'acide chlorhydrique sur l'azotite double, on obtient de nouveau le chlorure complexe.

» Pour préparer cet azotite, on traite une solution étendue et tiède du chlorure double complexe, légèrement acidulé à l'acide chlorhydrique, par de l'azotite de potassium que l'on ajoute par petites portions jusqu'à ce que tout dégagement de vapeurs nitreuses ait cessé de se produire; la liqueur, primitivement rouge, est devenue jaune orangé; concentrée à l'étuve, elle laisse déposer par refroidissement des cristaux de même couleur, dont la longueur peut atteindre un demi-centimètre.

» L'analyse montre que la composition de ces cristaux, séchés à froid sur du papier à filtre, peut être représentée par la formule :

$$Ru^2.H^2.(AzO^2)^4, \quad 3AzO^2K, \quad 4H^2O.$$

» Ils sont très solubles dans l'eau, presque insolubles dans une solution concentrée

---

(1) Travail fait au laboratoire de Chimie de l'École Normale supérieure.

(2) *Comptes rendus*, t. CIX, p. 667.

(3) *Ibid.*, t. CXVIII, p. 468.

(4) *Ibid.*, t. CXXII, p. 730.

de chlorure de potassium; ils cristallisent mieux dans une solution de ce dernier que dans l'eau pure; leur solution aqueuse, très stable à la température ordinaire, ne commence à subir une faible décomposition qu'après une longue ébullition.

» Sous l'action de la chaleur, ces cristaux perdent 4 molécules d'eau à 100°, sans subir, d'ailleurs, la moindre trace de décomposition; ce n'est qu'à une température peu inférieure à 360° qu'ils commencent à noircir et à se décomposer; à 360°, dans le vide, la décomposition est complète; il se produit un dégagement de vapeur d'eau, d'azote et de bioxyde d'azote, et il reste un résidu solide qui est un mélange d'azotite de potassium et d'une matière noire insoluble dans l'eau bouillante contenant tout le ruthénium; cette matière, qui contient un peu de potassium, paraît être un mélange; je me propose de l'étudier ultérieurement.

» L'action de l'acide chlorhydrique reproduit, comme il a été dit plus haut, le chlorure double complexe qui a servi de point de départ pour la préparation de l'azotite. Cette réaction, très lente à froid, devient plus rapide à l'ébullition; elle peut être formulée :

$$Ru^2H^2(AzO^2)^4, 3AzO^2K + 8HCl$$
$$= Ru^2.H^2.AzO.Cl^3, 3KCl, 2HCl + 2AzO + 4AzO^2 + 3H^2O.$$

» Si la liqueur a été maintenue quelque temps à l'ébullition, le chlorure complexe ainsi obtenu n'est pas pur; il est mélangé d'un peu de sesquichlorure double $Ru^2Cl^6, 4KCl$ dont la formation s'explique facilement par l'action des vapeurs nitreuses sur l'hydrogène lié au ruthénium; cette explication est, d'ailleurs, confirmée par le fait que, si l'on effectue la réaction précédente en présence d'une assez forte proportion de chlorure d'ammonium qui détruit les vapeurs nitreuses, on obtient le chlorure complexe absolument pur. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les propriétés réductrices du bore et de l'aluminium.* Note de MM. **Duboin** et **Gauthier**, présentée par M. Troost.

« Les expériences récentes de M. Goldschmidt ont appelé l'attention sur la facilité avec laquelle on peut obtenir les métaux par réduction de leurs oxydes au moyen de l'aluminium en poudre. Dans ces expériences le métal se trouve ordinairement mélangé d'un excès d'alumine qui a été portée à une température très élevée.

» Comme cette alumine est très réfractaire à l'influence des réactifs nous avons pensé qu'il y avait intérêt à signaler le résultat de l'action du chlore, du brome, de l'iode sur le mélange qui résulte de la préparation du bore et du silicium par ce procédé.

» L'aluminium réagit énergiquement sur l'acide borique fondu et pulvérisé. Un mélange de 54 parties d'aluminium et de 70 parties d'acide borique fondu et pulvérisé que l'on allume en un point au moyen du dard du chalumeau à gaz d'éclairage et d'oxygène continue à brûler rapidement avec un éclat très vif. On peut d'ailleurs allumer le mélange au moyen d'un fil de magnésium, mais l'expérience demande alors quelques tâtonnements. Il en est de même quand l'on emploie du magnésium en poudre, comme l'a indiqué M. Vigouroux pour la préparation du silicium. On peut encore employer un mélange d'aluminium et d'un oxyde dégageant beaucoup de chaleur, comme l'a indiqué M. Goldschmidt. Il est tel de ces mélanges, celui de bioxyde de baryum et d'aluminium par exemple, qui s'allume simplement avec une allumette. Mais ce dernier mélange, pour le cas qui nous occupe, brûle trop vite.

» On peut faire l'expérience sous une forme curieuse en donnant au mélange une forme conique et en l'allumant par côtés; le phénomène présente alors beaucoup d'analogies avec ce qui se passe dans une éruption volcanique : on voit apparaître une véritable coulée de lave, et comme la masse se boursoufle pendant la réaction, lorsque l'expérience est terminée il s'est formé une véritable mer de lave comme celles qu'on aperçoit aux environs des cratères d'Auvergne. C'est une très belle expérience de cours.

» Avec un mélange de silice et d'aluminium, l'expérience est moins brillante; la masse ne continue à réagir d'elle-même que lorsquelle a été bien allumée à l'aide du chalumeau.

» C'est le résidu brut de ces expériences que nous avons soumis à l'influence des principaux réactifs.

» Sur le mélange intime d'alumine et de bore placé dans un tube de porcelaine chauffé au rouge sombre, nous avons fait passer un courant prolongé de chlore : il s'est formé du chlorure d'aluminium et il restait dans le tube de l'acide borique

» Dans les mêmes conditions, le brome a donné un résultat identique.

» Avec l'iode entraîné par un courant d'hydrogène, nous avons obtenu de l'iodure d'aluminium.

» L'acide sulfhydrique a donné les sulfures de bore; nous avons pu condenser, dans un matras entouré d'un mélange réfrigérant, beaucoup de sulfure B^2S^3, qu'on a d'ailleurs, à l'état cristallisé, dans les parties froides du tube.

» Le mélange de silicium et d'alumine s'est comporté de la même façon; nous avons de plus constaté que l'action de l'acide chlorhydrique sur le mélange chauffé au rouge vif donne surtout du chlorure d'aluminium et ne peut nullement être utilisée pour préparer le chlorure de silicium et le silico-chloroforme.

» En résumé, le bore et le silicium mélangés intimement avec l'alumine se comportent comme le carbone dans les circonstances décrites ici, où l'alumine a été portée à une température très élevée. Étant données, d'une part, l'action directe du chlore et du brome sur le bore et le silicium, d'autre part, la résistance des réactifs vis-à-vis de l'alumine fortement calcinée, ces résultats nous ont paru intéressants à signaler. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Oxydation du propylglycol par l'eau de brome.* Note de M. **André Kling** (1), présentée par M. Troost.

« Dans une Note précédente (2) j'ai indiqué que, sous l'influence de la bactérie du sorbose, le propylglycol était oxydé et transformé en un produit réducteur. De nouvelles expériences m'ont prouvé que c'était la fonction alcool secondaire qui s'oxydait et que, dans ces conditions, il se formait de l'acétol : l'étude complète de cette transformation fera, du reste, l'objet d'une Communication ultérieure.

» J'ai voulu rechercher si le procédé qui avait permis à M. de Pechmann (3) d'obtenir des dicétones avec les glycols bisecondaires ne me conduirait pas, dans le cas du propylglycol (propane diol. 1.2), au même résultat que la bactérie du sorbose.

» Dans ce but, un mélange de 1 molécule de propylglycol et de 2 atomes de Br, à l'état d'eau de brome, a été exposé aux rayons solaires.

» Au bout de quelque temps le mélange se décolore; lorsqu'il a complètement perdu sa teinte rouge on achève sa décoloration avec quelques gouttes de solution de bisulfite de soude; puis, l'acide bromhydrique formé dans la réaction est saturé par le carbonate de soude et l'on distille sous pression réduite.

» Le liquide passé à la distillation réduit énergiquement la liqueur de Fehling, surtout à chaud, et donne avec l'acétate de phénylhydrazine un précipité jaune : c'est l'osazone du méthylglyoxal, fondant à 145°. Ce liquide distillé est alors traité par le chlorhydrate d'hydroxylamine et le bicarbonate de soude, en quantités exactement nécessaires, puis évaporé sous pression réduite vers 70°. En reprenant par l'éther le résidu de cette évaporation, on obtient une solution qui, abandonnée dans le vide en présence de SO^4H^2, fournit un sirop épais constitué par l'oxime de l'acétol en surfusion. En effet, ce sirop, ayant été longuement trituré en présence d'un cristal de l'oxime de l'acétol obtenue synthétiquement, s'est pris en masse; après essorage du magma sur plaque poreuse et purification du produit par deux cristallisations dans le chloroforme bouillant, les cristaux obtenus ont été séchés dans le vide. Ils fondent à 70°-71°, ce qui les identifie avec l'oxime de l'acétol.

» L'eau de brome a donc agi comme oxydant vis-à-vis du propylgycol et l'oxydation

---

(1) Travail fait au laboratoire d'Enseignement et de Recherches chimiques de la Sorbonne.

(2) *Comptes rendus*, t. CXXVIII, p. 244.

(3) Pechmann, *D. ch. G.*, t. XXVIII, p. 2527.

a porté sur la fonction alcool secondaire. La réaction peut se formuler :

$$\begin{matrix} CH^3 & & CH^3 & \\ | & & | & \\ CH.OH + O = & & CO & + H^2O. \\ | & & | & \\ CH^2OH & & CH^2OH & \end{matrix}$$

» C'est bien, en effet, l'eau de brome et non le brome dilué qui a agi, car des expériences tentées avec du propylglycol et du brome m'ont fourni des résultats d'un autre ordre et sur lesquels j'aurai l'occasion de revenir.

» Je vais rechercher les meilleures conditions de rendement en vue d'étendre ce procédé à la préparation générale des cétones-alcools primaires. »

THERMOCHIMIE. — *Sur quelques alcaloïdes de l'opium.* Note de M. **Émile Leroy.**

« Dans une Note précédente (1), j'ai présenté quelques données thermiques relatives à la morphine, je donne aujourd'hui les résultats de déterminations thermochimiques qui ont porté sur la codéine, la thébaïne, la papavérine et la narcotine, c'est-à-dire sur les principaux alcalis de l'opium.

I. Codéine : $C^{18}H^{21}AzO^3 + H^2O = 317$.

» 1° *Chaleur de combustion :*

A volume constant	$2325^{cal},8$
A pression constante	$2327^{cal},7$

» 2° *Chaleur d'hydratation.* — La codéine déshydratée dans l'étuve à 100° a été dissoute dans 1 équivalent de HCl

ce qui a dégagé	$+ 9^{cal},27$

la codéine hydratée dissoute de même

a dégagé	$+ 7^{cal},04$

d'où

$Cod + H^2O$ liq. = Cod hydratée	$+ 2^{cal},23$
$Cod + H^2O$ sol. = Cod hydratée	$+ 0^{cal},67$

» 3° *Chaleur de formation :*

$C^{18} + H^{21} + Az + O^3 + H^2O$ liq. = Cod cristallisée	$+94^{cal},4$
$C^{18} + H^{21} + Az + O^3$ = Cod anhydre	$+92^{cal},2$

(1) *Comptes rendus*, t. CXXVIII, p. 1107.

» 4° *Chaleur de dissolution.* — La codéine hydratée a été dissoute dans l'eau vers 15° (1 molécule dans 50^{lit} environ), mesure directe :

Cod H^2O + eau .... — 0^{Cal},68

» 5° *Chaleur de neutralisation.* — La codéine anhydre a été dissoute dans 1 équivalent de HCl dilué dans 10^{lit} d'eau vers 16°

Cod sol. + HCl diss. = Cod HCl diss .... + 9^{Cal},27

d'où

Cod diss. + HCl diss. = Cod HCl diss .... + 7^{Cal},72

Un second équivalent n'a dégagé que + 0^{Cal},08.

» Une solution étendue de chlorhydrate de codéine, traitée par la potasse en quantité équivalente, a dégagé + 5^{Cal},80; le déplacement de la codéine par la potasse est complet. Il n'en est pas de même avec l'ammoniaque : le dégagement de chaleur n'a été que de 4^{Cal},06; il y a donc partage de l'acide entre les deux bases.

» 6° *Chlorhydrate de codéine :* Cod HCl. $2H^2O$.

Chaleur de dissolution dans l'eau vers 17° ...... — 7^{Cal},79

» J'ai pu obtenir le sel anhydre parfaitement blanc et sans réaction alcaline, par dessiccation dans le vide à 100° :

Chaleur de dissolution du sel anhydre .... — 3^{Cal},07

» On en déduit pour la chaleur d'hydratation

Cod HCl + $2H^2O$ liq .... + 4^{Cal},72
Cod HCl + $2H^2O$ sol .... + 1^{Cal},60

et pour la chaleur de formation du sel anhydre

Cod anhydre + HCl gaz. = Cod HCl sol .... + 29^{Cal},74

» On sait que la codéine est un éther méthylique de la morphine. Les deux corps étant pris dans l'état anhydre, on trouve pour différence des chaleurs de combustion 179^{Cal},5, valeur voisine de celles que présentent les éthers méthyliques dérivés des phénols.

» Au point de vue de l'intensité de la fonction basique, on doit remarquer que la codéine est une base plus forte que la morphine (29^{Cal},74 pour la formation du chlorhydrate solide, au lieu de 27^{Cal},97); la disparition de la fonction phénolique par éthérification a donc pour effet, comme c'était du reste à prévoir, d'augmenter la force de la base.

II. — Thébaïne : $C^{19}H^{21}AzO^3 = 311$.

» 1° *Chaleur de combustion :*

A volume constant .... 2439^{cal},9
A pression constante .... 2441^{cal},8

d'où pour la chaleur de formation

$C^{19} + H^{21} + Az + O^3$ = thébaïne .... + 74^{Cal},6

» 2° *Chaleur de neutralisation.* — La thébaïne a été dissoute dans un équivalent de HCl dilué dans 10^{lit} d'eau vers 20° :

Tb sol. + HCl diss. = TbHCl diss.......... $+ 6^{Cal},93$.

» Deuxième équivalent de HCl, phénomène thermique insensible.

» On a vérifié ce nombre en précipitant la thébaïne par AzH^3.

» 3° *Chlorhydrate de thébaïne :* $TbHCl.H^2O$.

Chaleur de dissolution dans l'eau vers 20° (une molécule dans 10^{lit}). $- 5^{Cal},21$.

Déshydraté dans le vide à 100°, le sel se dissout en dégageant...... $+ 0^{Cal},02$.

» On déduit de là la chaleur d'hydratation

$TbHCl + H^2O$ liq.................... $+ 5^{Cal},23$

$TbHCl + H^2O$ sol.................... $+ 3^{Cal},67$

et enfin la chaleur de formation du chlorhydrate solide

Tb sol. + HCl gaz. = TbHCl sol. $+ 24^{Cal},31$.

III. Papavérine : $C^{21}H^{21}AzO^4 = 339$.

1° *Chaleur de combustion :*

A volume constant..................... $2477^{cal},2$

A pression constante.................. $2478^{cal},8$

d'où la chaleur de formation

$C^{20} + H^{21} + Az + O^4$ = papavérine..... $+ 131^{Cal},9$.

» *Chaleur de neutralisation.* — La papavérine cristallisée a été dissoute dans un équivalent de HCl dilué dans 10^{lit} d'eau vers 18° :

Pa + HCl diss. = PaHCl diss........... $+ 4^{Cal},15$

» Deuxième équivalent de HCl, phénomène thermique insensible.

» Si l'on ajoute de l'ammoniaque à une solution de PaHCl, l'alcaloïde se précipite sous forme d'un liquide huileux, qui ne se transforme en cristaux qu'au bout d'un temps très long; cette précipitation par AzH^3 a dégagé $+ 7^{Cal},04$. On en déduit

Pa huileux = Pa cristallisé............ $+ 1^{Cal},26$

» 3° *Chlorhydrate de papavérine.* — Ce sel cristallise anhydre; sa chaleur de dissolution dans 15^{lit} d'eau environ vers 18° est de $- 4^{Cal},93$.

» La chaleur de formation du sel solide est, par suite :

Pa crist. + HCl gaz. = PaHCl crist.......... $+ 26^{Cal},48$

IV. — Narcotine : $C^{22}H^{23}AzO^7 = 413$.

» 1° *Chaleur de combustion :*

A volume constant................. $2643^{cal},8$

A pression constante................ $2644^{cal},8$

d'où la chaleur de formation

$$C^{22} + H^{23} + Az + O^{7} = \text{Narcotine} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad +223^{Cal},5$$

» 2° *Chaleur de neutralisation.* — On a trouvé :

$$No + HCl \text{ dissous } (10^{lit}) = NoHCl \text{ dissous} \ldots\ldots \quad +2^{Cal},33 \text{ vers } 16°$$
$$\text{Deuxième équivalent de } HCl \ldots\ldots\ldots\ldots \quad +0^{Cal},03$$

» 3° *Chlorhydrate de narcotine.* — La dissolution de narcotine dans HCl dilué fournit par évaporation une masse gélatineuse; en reprenant par l'alcool chaud, on a obtenu de petits cristaux blancs, de formule $NoHCl.2\frac{1}{2}H^2O$. Le sel a été déshydraté dans le vide à 100° et dissous dans l'eau vers 18°:

$$NoHCl + \text{eau } (15^{lit}) \ldots\ldots\ldots\ldots \quad -1^{Cal},99$$

d'où

$$No + HCl \text{ gaz.} = NoHCl \ldots\ldots\ldots\ldots \quad +21^{Cal},72$$

» Le Tableau suivant rapproche les nombres qui mesurent l'intensité de la fonction basique des alcaloïdes de l'opium que j'ai étudiés :

	Base solide.	
	HCl dissous, sel dissous.	HCl gazeux, sel solide.
	Cal	Cal
Codéine	9,27	29,74
Morphine	7,18	27,97
Thébaïne	6,93	24,31
Papavérine	4,15	26,48
Narcotine	2,33	21,72

» L'ordre dans lequel ces bases se trouvent rangées est d'ailleurs conforme à leur action sur les réactifs colorés. La codéine, comme les bases fortes, agit sur la phtaléine du phénol et le tournesol; les alcaloïdes suivants n'agissent que sur le tournesol et, enfin, la narcotine est sans action sur ce réactif. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur l'élimination de l'azote et du phosphore chez les nourrissons.* Note de M. **Œchsner de Coninck** [1].

« J'ai étudié cette question en 1892 et 1893. Il s'agit ici d'enfants nourris à la mamelle; je n'avais pas cru devoir publier les résultats de mes analyses, mais je trouve, dans le *Zeitschrift für klinische Medicin,* un Mémoire

(1) Institut de Chimie de la Faculté des Sciences de Montpellier.

sur le même sujet de M. le Dr A. Keller. Cet auteur a obtenu des nombres presque identiques aux miens; je me décide donc à faire connaître ceux-ci.

» L'acide phosphorique a été dosé, dans mes recherches, d'après le procédé classique de Neubauer; l'azote total a été dosé, soit par la méthode de Kjeldahl, légèrement modifiée, soit par le procédé au plâtre sec et à l'acide oxalique; dans ce dernier cas, la combustion était menée très lentement.

» Voici les nombres trouvés dans douze expériences :

	Quantités d'urine des vingt-quatre heures.	Azote total. (Az).	Acide phosphorique (P^2O^5).	$\frac{Az}{P^2O^5}$.
I.	240 cc	348 mgr	66,5 mgr	$\frac{1}{5,2}$
II.	228	318	38	$\frac{1}{8}$
III	300	633	90	$\frac{1}{7}$
IV.	146	660	107	$\frac{1}{6,1}$
V.	228	680	65	$\frac{1}{10,4}$
VI.	225	613	102,5	$\frac{1}{6}$
VII.	428	452	41	$\frac{1}{11}$
VIII.	176	324	43	$\frac{1}{7,5}$
IX.	352	847	120	$\frac{1}{7}$
X.	211	422	64	$\frac{1}{6,7}$
XI.	524	640	82	$\frac{1}{7,8}$
XII.	298	428	68	$\frac{1}{6,3}$

» Je vais maintenant indiquer quelques-uns des rapports $\frac{Az}{P^2O^5}$ que M. le Dr Keller a inscrits dans son Mémoire : $\frac{1}{5,3}$, $\frac{1}{8,8}$, $\frac{1}{7}$, $\frac{1}{10,8}$, $\frac{1}{6,2}$, $\frac{1}{7,4}$, $\frac{1}{7,8}$, etc.

» On le voit, c'est l'identité ou la presque identité entre les résultats de deux observateurs qui ont opéré à l'insu l'un de l'autre, à des époques très différentes, et sur des enfants de races différentes. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'acide dichloro-3, 4-butanoïque.* Note de M. R. **Lespieau**, présentée par M. Henri Moissan.

« Dans une Note précédente (*Comptes rendus*, t. CXXVII, p. 965), après avoir décrit le nitrile résultant de l'action de l'acide prussique sur l'épichlorhydrine, j'indiquais comme formule probable de ce nouveau composé le symbole $CH^2Cl - CHOH\,CH^2 - CAz$. D'après le mode de formation de ce nitrile, cette hypothèse était très vraisemblable; on pouvait cependant imaginer un autre mode de fixation de l'acide prussique représenté par la

formule $CH^2Cl - \underset{\displaystyle CAz}{\overset{}{CH}} - CH^2OH$. Or, j'ai pu, en procédant comme il va être dit, passer du nitrile en question à l'acide crotonique fondant à 72°; c'est là un bon argument en faveur de la formule linéaire, car dans l'autre manière de voir on devrait arriver à l'acide métacrylique, isomère de l'acide crotonique, mais qui, fondant à 16°, ne saurait être confondu avec lui.

» *Nitrile dichlorobutanoïque.* — En faisant réagir le pentachlorure de phosphore sur le nitrile en solution éthérée maintenue froide, on obtient un nouveau nitrile qu'on purifie par des distillations fractionnées et des lavages au carbonate de soude. C'est un liquide incolore ayant pour densité, à 0° 1,314; bouillant à 113°-114° sous une pression de 25^{mm} de mercure. Les mesures cryoscopiques et les dosages de chlore et d'azote effectuées sur ce corps s'accordent bien de la formule $CH^2Cl.CHCl.CH^2CAz$.

» *Acide dichlorobutanoïque.* — Ce nitrile additionné d'acide chlorhydrique saturé à froid est chauffé au bain-marie vers 80°. On évapore ensuite le tout à la même température sous pression réduite. Il reste dans le ballon des cristaux de chlorure d'ammonium imprégnés du produit de la saponification du nitrile. On isole ce dernier en le dissolvant dans l'éther qui, par évaporation, abandonne un liquide cristallisant peu après. Les cristaux essorés sur une plaque poreuse, ou purifiés par distillation dans le vide, fondent à 49°-50°. Ils constituent un acide $CH^2Cl - CHCl.CH^2.CO^2H$ (cryoscopie 159; analyse : C, 30,48; H, 3,93; Cl, 44,82); on obtient le même acide en chauffant avec de l'acide chlorhydrique le nitrile $CH^2ClCH = CH - CAz$ qui sera décrit ultérieurement.

» L'éther éthylique de cet acide dichloré bout à 206°-209° sous une pression de 750^{mm} et à 92° sous 14^{mm}.

» *Passage à l'acide crotonique.* — En chauffant pendant quatre heures le nitrile $CH^2Cl.CHCl.CH^2.CAz$ au réfrigérant ascendant avec cinq molécules d'acide iodhydrique saturé à froid et un peu de phosphore rouge, on obtient un liquide très coloré et très acide, en même temps que des cristaux d'iodure d'ammonium.

» On neutralise par addition de carbonate de potasse et, pour se débarrasser de l'iode en excès, on chauffe quelque temps en présence d'amalgame de sodium. Puis on évapore presque à sec dans le vide sulfurique. Le magma solide obtenu est additionné d'alcool absolu, le tout est porté à l'ébullition puis filtré. La portion qu'abandonne l'alcool par évaporation est dissoute dans l'eau, additionnée d'acide chlorhydrique et soumise à des extractions à l'éther. Par évaporation de ce dissolvant on obtient un liquide fortement coloré; on le reprend avec de la ligroïne qui dissout la majeure partie mais laisse un résidu visqueux. La ligroïne étant chassée, on obtient des cristaux faciles à purifier. On les identifie avec l'acide crotonique. La cryoscopie indique 86 comme poids moléculaire, ce qui est le nombre théorique; la combustion a donné : H 7,41, C 55,48 au lieu de 6,97 et 55,81. La formule est donc $C^4H^6O^2$ et l'on n'a pas affaire à un isomère de l'acide crotonique, car le point de fusion du corps est bien 72°; en outre, en fixant deux atomes de brome on obtient un corps fondant à 85-87°. Or l'acide $CH^3\,CHBr\,CHBr\,CO^2H$ fond à 87°. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du brome sur le bromure d'isobutyle en présence du bromure d'aluminium anhydre et du chlorure d'aluminium.* Note de M. A. **Mouneyrat**, présentée par M. Armand Gautier.

« Dans deux Notes antérieures, communiquées à l'Académie, j'ai montré que le bromure d'aluminium anhydre ($AlBr^3$) était un agent de bromuration énergique dans les séries de l'éthène et du propane. J'ai été ainsi naturellement conduit à étudier l'action bromurante de ce composé dans la série du butane.

» Je suis parti du dérivé bromé le plus simple de cette série, c'est-à-dire du méthyl (2) -bromopropane (1) $CH^3 - \underset{\displaystyle CH^3}{\underset{|}{CH}} - CH^2Br$.

» Dans un ballon parfaitement sec, de 700^{cc} de capacité, surmonté d'un réfrigérant ascendant, on place 200^{gr} de bromure d'isobutyle que l'on porte à 50°-55°. A l'aide d'un entonnoir à brome, on ajoute, en mince filet, 60^{gr} d'une solution bromée au tiers de bromure d'aluminium anhydre ($Br = 40^{gr}$, $AlBr^3 = 20^{gr}$), puis, de la même façon et en agitant constamment le ballon, 320^{gr} de brome bien sec. On obtient dans ces conditions un dégagement rapide et continu de gaz bromhydrique que l'on recueille dans de l'eau distillée. L'opération est terminée en moins de deux heures; ce terme est, du reste, facile à reconnaître par la disparition complète de l'atmosphère brune du ballon. A ce moment, on laisse refroidir et l'on verse par petites portions les produits de la réaction dans de l'eau additionnée de glace et d'un peu d'acide bromhydrique; au fond de l'eau tombe une huile brunâtre lourde qu'on lave successivement à l'eau distillée et à la potasse faible. On la sèche sur du chlorure de calcium fondu, puis on la soumet à la distillation fractionnée dans le vide.

» On recueille ainsi tout d'abord du bromure d'isobutyle qui n'est pas entré en réaction, puis, sous $1^{cm},5$ de pression :

» 1° Une faible quantité de bromure d'isobutylène passant entre 75°-78°.

» 2° La plus grande partie du résultat de cette bromuration passe sous cette pression entre 110°-114°. C'est un liquide incolore, très lourd, dont la densité à 16° = 2,188 et auquel l'analyse assigne la formule d'un tribromoisobutane ($C^4H^7Br^3$). Le rendement est de 50 à 60 pour 100 du rendement théorique par rapport à C^4H^9Br.

» Quelle est la constitution de ce dérivé tribromé?

» Traité au réfrigérant ascendant et à l'ébullition du bain-marie, par un excès de potasse alcoolique jusqu'à ce qu'il ne se précipite plus de K Br, il donne par addition

d'eau une huile qui passe à 155°, sous la pression normale, et répond à un dibromoisobutène $C^4H^6Br^2$. Ce dernier composé, additionné d'un excès de brome et exposé au soleil, fixe deux atomes de cet halogène pour donner un tétrabromoisobutane $C^4H^6Br^4$ parfaitement cristallisé et fondant à 205° en perdant du brome.

» Or, Caventou [1], d'une part, Norton et Williams [2], d'autre part, ont montré que, par addition de brome au bromure d'isocrotonyle $CH^3-\underset{|\atop CH^3}{C}=CHBr$, on obtenait le méthyl (2) -tribromopropane (1.1) (2) $CH^3-\underset{|\atop CH^3}{CBr}-CHBr^2$; puis ce dernier corps, traité par la potasse alcoolique, fournit le méthyl (2)-dibromopropène (1.1) $CH^3-\underset{|\atop CH^3}{C}=CBr^2$ bouillant à 155° sous 76^{cm}, lequel fixe encore, en présence d'un excès de brome et au soleil, deux atomes de cet halogène pour donner le méthyl (2) -tétrabromopropane (1.1.1) (2) $CH^3-\underset{|\atop CH^3}{CBr}-CBr^3$ fondant, avec perte de brome, à 205°.

» Une telle concordance montre que le dérivé tribromé que j'ai obtenu dans cette bromuration est le méthyl (2)-tribromopropane (1.1) (2) $CH^3-\underset{|\atop CH^3}{CBr}-CHBr^2$.

» 3° Entre 128°-135° sous $2^{cm},6$ de pression on recueille une faible quantité d'un tribromoisobutane isomère du précédent :

» 4° Au-dessus de 150°, sous cette même pression, on sépare une faible quantité d'un tétrabromoisobutane qui va être étudié plus loin.

» *Remarque.* — J'ai essayé, dans cette réaction, en employant, avec le bromure d'aluminium, les proportions théoriques de brome et de bromure d'isobutyle ($C^4H^9Br + Br^2$) de préparer avec de bons rendements le bromure d'isobutylène $CH^3-\underset{|\atop CH^3}{CBr}-CH^2Br$. Je n'ai pu y arriver, dans toutes les expériences que j'ai tentées soit en abaissant la température, soit en faisant varier les proportions de bromure d'aluminium : dans tous les cas je suis arrivé au méthyl (2) tribromopropane (1.1)(2) $CH^3-\underset{|\atop CH^3}{CBr}-CHBr^2$.

» J'ai alors songé à me servir du chlorure d'aluminium anhydre $AlCl^3$; cet agent est dans ce cas un bromurant énergique et, grâce à son emploi en faible quantité, j'ai pu préparer facilement, avec 50-55 pour 100 du rendement théorique, le bromure

(1) Caventou, *Ann. Liebig*, t. CXXVII, p. 93.
(2) Norton et Williams, *Ann. Liebig*, t. IX, p. 89.

d'isobutylène $CH^3 - \underset{\displaystyle CH^3}{\underset{|}{C}}Br - CH^2Br$ bouillant, en perdant de l'acide bromhydrique, à 148°-149° sous la pression normale.

» Le méthyl (2)-tribromopropane $CH^3 - \underset{\displaystyle CH^3}{\underset{|}{C}}Br - CHBr^2$ bromé à son tour, en présence du bromure ou du chlorure d'aluminium anhydre, donne avec des rendements de 65 à 70 pour 100, du méthyl (2)-tétrabromopropane $CH^2Br - \underset{\displaystyle CH^3}{\underset{|}{C}}Br - CHBr^2$ bouillant à 159°-163°, sous $1^{cm},2$ de pression, et ayant pour densité 2,557 à 16°. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la composition de l'albumen de la graine de caroubier; production de galactose et de mannose par hydrolyse.* Note de MM. **Em. Bourquelot** et **H. Hérissey.**

« La graine de caroubier se compose d'un embryon jaunâtre, à cotylédons aplatis, recouvert sur chaque face par une calotte d'albumen corné et presque transparent; le tout renfermé dans un épisperme épais de couleur rouge marron.

» Lorsqu'on fait tremper cette graine dans l'eau, elle augmente beaucoup de volume, mais les parties qui la composent ne se gonflent pas uniformément; aussi peuvent-elles être alors séparées les unes des autres.

» L'albumen, en particulier, se sépare aisément; il a été étudié, il y a deux ans, par M. Effront ([1]) et par M. H. Marlière ([2]). M. Effront l'a trouvé composé, pour les quatre cinquièmes environ, par un hydrate de carbone mucilagineux qu'il a désigné sous le nom de *caroubine*. La caroubine, traitée à chaud par l'acide sulfurique étendu, lui a donné un produit sucré, qu'il a considéré comme constitué par une nouvelle espèce de glucose, bien qu'il n'eût pas réussi à l'obtenir cristallisé, et qu'il a appelé *caroubinose*. M. Marlière, de son côté, a conclu de ses recherches sur le produit d'hydrolyse du même principe mucilagineux, et sans avoir, lui non plus, séparé de corps cristallisé, que ce produit est constitué par un mélange de dextrose, de lévulose et de galactose. Il dit d'ailleurs, dans son Mémoire, qu'il n'a pu obtenir, en traitant ce produit par la phénylhydrazine, d'hydrazone insoluble à froid : ce qui exclut toute idée que du

([1]) *Comptes rendus,* t. CXXV, p. 38, 116 et 309; 1897.
([2]) *La Cellule,* t. XIII, p. 7; 1897.

mannose puisse exister à côté des sucres précédents. Et cependant, quelques mois plus tard, M. Alb. van Ekenstein ([1]) retirait, du produit d'hydrolyse de la caroubine, du mannose cristallisé.

» En présence de ces données contradictoires, nous avons repris l'étude de la question. De nos recherches il ressort que le produit sucré que l'on obtient par une hydrolyse ménagée de l'albumen des graines de caroubier n'est pas constitué par un sucre nouveau, mais par un mélange de *galactose* et de *mannose*. Ces deux sucres ont d'ailleurs été isolés à l'état pur et cristallisé.

» I. *Hydrolyse de l'albumen.* — Cette hydrolyse se fait à l'autoclave à 110°, à l'aide d'acide sulfurique à 4 pour 100. On la réussit très bien en employant 1^{lit} d'acide dilué pour 235^{gr} environ d'albumen gonflé, correspondant à 100^{gr}-105^{gr} d'albumen sec, et en chauffant pendant une heure et demie. La partie non dissoute, lavée et desséchée, atteint à peine $\frac{1}{8}$ à $\frac{1}{7}$ du produit sec; le liquide sucré accuse, à la liqueur de Fehling, une réduction correspondant à 60-70 de dextrose pour 100 d'albumen sec.

» On neutralise le liquide filtré avec du carbonate de chaux et, après filtration nouvelle, on concentre au bain-marie jusqu'à $\frac{1}{5}$ du liquide primitif. On laisse refroidir, on filtre pour séparer le sulfate de chaux qui s'est déposé et l'on ajoute 3 volumes d'alcool à 95°, ce qui amène la séparation d'un précipité peu abondant et foncé. On filtre, on évapore de nouveau jusqu'à consistance demi-sirupeuse, et l'on reprend à l'ébullition par 3 à 4 parties d'alcool absolu. Il se fait un deuxième précipité, qu'on laisse déposer pendant douze heures. On décante et, au liquide décanté, on ajoute de l'éther dans la proportion de 20^{cc} pour 100^{cc} de liquide alcoolique. On obtient un troisième précipité, qui n'est déposé complètement qu'au bout de deux jours. Ce troisième précipité, peu coloré, est presque entièrement composé de galactose, tandis que le liquide éthéro-alcoolique renferme surtout du mannose. Qu'il y ait beaucoup de mannose dans ce dernier liquide, on peut s'en assurer immédiatement en l'évaporant, en le reprenant par l'eau et en traitant à froid la solution aqueuse par l'acétate de phénylhydrazine : on voit se faire, en quelques minutes, le précipité caractéristique de *mannose-hydrazone*. Le poids de cette hydrazone (lavée et desséchée) atteint jusqu'à 70 pour 100 de l'albumen sec traité.

» II. *Séparation et caractérisation du galactose.* — On traite simplement le dernier précipité obtenu par de l'alcool à 95° bouillant; le galactose se dépose en quelques jours. On le purifie par cristallisation dans l'alcool à 80°. Voici les données qui prouvent que le sucre ainsi obtenu est bien du galactose pur :

» 1. *Détermination de* α_D *pour le sucre desséché à* 100° ($p = 0,3139$; $v = 15,02$; $l = 2$; $t = 25°$) :

Rotation au bout de trois minutes........ $\alpha = +5°56$
Rotation au bout de huit heures......... $\alpha = +3°30$

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXV, p. 719; 1897.

» A partir de huit heures, la rotation reste constante; d'où il suit que ce sucre possède la multirotation et que, lorsque la rotation est constante,

$$\alpha_D = + \frac{3,30 \times 15,02}{2 \times 0,3139} = + 78^\circ 9.$$

» La formule de Meissl pour le galactose, $\alpha_D = + 83,883 + 0,0785 P - 0,209 t$, donne $+ 78,82$ pour une température de 25°.

» Si l'on fait le calcul de α_D pour la première observation $\alpha = + 5^\circ 56'$, on trouve 133° et Meissl a trouvé, en observant sitôt après la dissolution, des chiffres compris entre 130° et 140°.

» 2. *Point de fusion du produit sec :* 163°,5 (corrigé : 166°,3). — L'un de nous [1] a trouvé, pour le point de fusion du galactose retiré du sucre de lait, 163°,5 (non corrigé).

» 3. *Production d'acide mucique.* — Deux essais ont été faits simultanément, l'un sur le sucre à examiner, l'autre sur du galactose pur. On a obtenu $1^{gr},45$ d'acide mucique dans le premier essai et $1^{gr},44$ dans le second.

» III. *Séparation et caractérisation du mannose.* — Pour obtenir le mannose, on part de l'hydrazone. Celle-ci doit être lavée, d'abord avec un peu d'eau glacée, puis avec de l'alcool à 95°, ensuite avec de l'alcool absolu et finalement avec de l'éther; après quoi, on la fait sécher dans le vide sulfurique.

» Le mieux est de suivre le procédé Herzfeld (décomposition de l'hydrazone par la benzaldéhyde). C'est ainsi, d'ailleurs, qu'a fait M. Alb. van Ekenstein qui, le premier, a obtenu le mannose à l'état cristallisé.

» Dans une de nos expériences, nous avons opéré sur 47^{gr} d'hydrazone sèche, que nous avons délayés dans 940^{gr} d'eau distillée et traités par 19^{gr} d'aldéhyde benzoïque [2]. Le liquide sucré que l'on obtient est évaporé en consistance sirupeuse; le sirop est lavé à l'éther, amorcé avec une parcelle de mannose cristallisé et placé dans une cloche à dessiccation après avoir été recouvert d'une légère couche d'alcool méthylique.

» La cristallisation commence le jour même; au bout de trois jours le sirop est pris en masse. On délaie dans un peu d'alcool méthylique; on essore rapidement et on lave à l'alcool absolu. Voici les données qui prouvent que le sucre ainsi obtenu est du mannos.

» *Détermination de* α_D, *pour le produit anhydre* ($p = 0,405$; $v = 15,02$; $l = 2$; $t = 25^\circ$) :

Rotation au bout de trois à quatre minutes........	$\alpha = - 36'$	ou	$- 0,60$
Rotation au bout de une heure quarante minutes..	$\alpha = + 46'$	ou	$+ 0,766$

---

(1) Em. Bourquelot, *Sur la préparation du galactose* (*Journal de Pharmacie et de Chimie*, 5e série, t. XIII, p. 53; 1886).

(2) Les détails relatifs à ces opérations, ainsi que d'autres sur lesquels nous ne pouvons insister ici, trouveront leur place dans un Mémoire plus étendu qui sera publié dans le *Journal de Pharmacie et de Chimie*.

» A partir de une heure quarante minutes, la rotation reste constante, d'où il suit que ce sucre possède la multirotation et que, quand la rotation est devenue constante,

$$\alpha_D = + \frac{0,766 \times 15,02}{2 \times 0,405} = + 14°2.$$

» Or, d'après Van Ekenstein, la solution aqueuse de mannose est d'abord lévogyre ($\alpha_D = -13°6$ au bout de trois minutes), puis devient bientôt dextrogyre et, lorsque la déviation a atteint son maximum, on a $\alpha_D = + 14°25'$.

» En résumé, le produit d'hydrolyse ménagée de l'albumen de la graine de caroubier renferme du galactose et du mannose. Il semble, d'ailleurs, étant données la facilité avec laquelle ces sucres sont préparés à l'état de pureté et les quantités que l'on en peut obtenir, qu'ils ne sont accompagnés d'aucun autre sucre. Reste à savoir quelle est la nature de la partie qui reste après hydrolyse dans les conditions ci-dessus indiquées, partie qui est vraisemblablement un hydrate de carbone plus résistant que ceux qui ont fourni les sucres précédents. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Expériences concernant l'état réfractaire au sérum d'anguille. Immunité cytologique.* Note de MM. **L. Camus** et **E. Gley**, présentée par M. Bouchard.

« Nous avons précédemment montré [1] que le hérisson résiste naturellement à d'assez fortes doses de sérum d'anguille; nous avons en même temps donné la preuve, du moins en ce qui concerne une des propriétés les plus importantes de ce sérum toxique, sa propriété globulicide, que cette immunité naturelle ne tient nullement à la présence, dans le sang de cet animal, d'une substance antitoxique (antiglobulicide), mais bien à la résistance spécifique des globules rouges, c'est-à-dire à une organisation cellulaire spéciale. Nous avons qualifié cette immunité de *cytologique,* par opposition à l'immunité acquise, qui est d'ordre *humoral,* résultant de la production d'antitoxine dans l'organisme de l'animal immunisé.

» Nous avons eu, depuis, l'occasion de constater que d'autres animaux sont également pourvus de cette immunité cytologique pour le sérum d'anguille. Nous avons expérimenté sur des Batraciens, la grenouille (*Rana*

---

[1] *Comptes rendus,* t. CXXVI, p. 28, 31 janvier 1898; t. CXXVII, p. 330, 8 août 1898 et *Arch. intern. de Pharmacodynamie,* t. V, p. 247-305; 1898.

temporaria) et le crapaud (*Bufo vulgaris*); sur des Oiseaux, poule et pigeon ([1]); sur des Chéiroptères, *Vespertilio murinus*. Chez tous ces animaux les globules rouges, préalablement séparés du plasma par la force centrifuge, et éprouvés par le procédé que nous avons indiqué (méthode de l'isotonie, procédé de Mosso-Viola), se sont montrés très résistants à l'action du sérum d'anguille; celui-ci, même à la dose de $\frac{1}{100}$, ne fait pas diffuser l'hémoglobine de ces globules. D'autre part, dans aucune de ces espèces, le sérum sanguin n'est pourvu de propriété antiglobulicide. C'est donc bien par eux-mêmes, en vertu de leur organisation ou constitution propre, que les hématies de tous ces animaux, comme celles du hérisson, résistent à l'action dissolvante de l'ichtyotoxine.

» Cette immunité naturelle, d'ordre cytologique, existe, bien entendu, durant la vie entière de l'animal qui en est pourvu.

» Mais il est des animaux qui ne possèdent cette même immunité que pendant une phase de leur existence. Il faudrait donc distinguer une immunité naturelle *permanente* et une immunité naturelle *transitoire* ou *passagère*.

» Dans nos recherches antérieures nous avons vu que le lapin est un animal particulièrement sensible à l'action du sérum d'anguille, puisque ses globules laissent encore diffuser leur matière colorante dans des dilutions de ce sérum à $\frac{1}{10000}$, $\frac{1}{15000}$ et même quelquefois $\frac{1}{20000}$. Or, c'est une chose remarquable que la résistance des globules des lapins nouveau-nés ([2]) à ce pouvoir dissolvant. Nous avons étudié sur de petits lapins de la même portée les variations de cette résistance. Très marquée dans les premiers jours qui suivent la naissance, elle s'atténue à partir du moment où les petits ouvrent les yeux, c'est-à-dire du quinzième au vingtième jour, pour disparaître ensuite définitivement. Mais, à aucun moment, nous n'avons constaté que le sérum de ces animaux fût antiglobulicide. Ici, encore, nous retrouvons donc la distinction profonde qu'il y a lieu, croyons-nous, d'établir entre l'immunité naturelle et l'immunité acquise.

» Incidemment, nous avons eu une autre preuve de cette distinction. Au cours de nos recherches, une lapine, qui avait été immunisée pendant quelque temps, mit bas; sur plusieurs de ses petits nous répétâmes les expériences dont nous venons de parler; les hématies de ces animaux pré-

---

([1]) On peut, à ce propos, se demander si tous les animaux pourvus de globules rouges à noyau n'ont pas une résistance plus grande au sérum de l'anguille.

([2]) Ces globules n'ont pas de noyau.

sentaient bien la résistance habituelle, mais en même temps leur sérum sanguin contenait une petite quantité de substance antiglobulicide, susceptible de neutraliser $\frac{1}{2000}$ de sérum toxique. Les deux sortes d'immunité peuvent donc coexister chez le même animal. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Recherches expérimentales sur une agglutinine produite par la glande de l'albumen chez l'*Helix pomatia [1]. Note de M. **L. Camus**, présentée par M. Ch. Bouchard.

« Les expériences rapportées ici sont réalisables avec une solution de glande de l'albumen de l'*Helix* dans l'eau salée physiologique, ou même dans l'eau distillée; mais, pour me placer dans des conditions toujours comparables, je me suis servi, de préférence, de l'extrait aqueux sec de cette glande en solution au $\frac{1}{10}$ dans l'eau distillée. Cet extrait a été obtenu en broyant 2^{gr} de poudre de glande dans 100^{gr} d'eau distillée, et desséchant dans le vide, à la température de laboratoire, le liquide décanté après centrifugation pendant quelques heures.

» La solution de cet extrait est blanchâtre et de réaction acide au tournesol; elle agglutine très rapidement, en général, les globules du sang et du lait. L'alcalinisation par la soude n'empêche pas l'action de cette agglutinine. L'alcool précipite la solution aqueuse; le précipité, rapidement séché et repris par l'eau, donne des solutions dont la propriété agglutinante est encore très marquée. Cette propriété agglutinante de la solution au dixième résiste très bien à l'action de la température de 80° pendant un quart d'heure; la température de 85°, pendant le même temps, l'affaiblit sensiblement et les températures supérieures d'une façon de plus en plus marquée.

» Cette solution d'extrait de glande détermine, à la température du laboratoire, l'agglutination des globules du sang de l'homme et de différents animaux, chien, chat, lapin, cobaye, souris, chauve-souris, hérisson, pigeon, poule. L'expérience peut être faite soit sur le sang en totalité, soit sur les globules isolés, lavés et mis en suspension dans une solution de chlorure de sodium légèrement hyperisotonique.

» Quand on reçoit du sang dans un tube contenant une solution de substance agglutinante, les globules peuvent se tasser rapidement à la partie inférieure du tube et le plasma ne se coaguler que plus tardivement, si la proportion de substance active est assez considérable. Les expériences sur les globules ont été faites avec des solutions composées de une goutte de globules lavés pour 5^{cc} d'eau salée. Sur ces solutions j'ai

---

[1] Travail du laboratoire des Travaux pratiques de Physiologie de la Faculté de Médecine.

fait agir des quantités variables de solution de glande au dixième. Une proportion de $\frac{1}{10}$ de cette dernière solution agglutine très rapidement les globules du sang : en trois ou quatre minutes le phénomène est visible au microscope et en cinq ou six minutes à l'observation directe. Les globules des différentes espèces animales ne sont pas tous agglutinés avec la même rapidité. Il faut, de plus, tenir compte de ce fait qu'une agitation légère du mélange favorise la production du phénomène.

» Les globules du lait sont agglutinés très rapidement au dixième ou au vingtième avec la solution d'agglutinine : le phénomène est visible en une ou deux minutes au microscope et en deux ou trois minutes macroscopiquement. Avec des dilutions plus grandes, l'agglutination se fait plus tardivement. Ici encore l'agitation favorise l'agglutination. Les laits de vache, de chienne, de lapine, de cobaye s'agglutinent très facilement; le lait de femme s'agglutine plus difficilement, il nécessite souvent une assez forte proportion de substance active. Une femme accouchée depuis trois jours m'a fourni un échantillon de lait jaune qui s'agglutinait particulièrement facilement. L'agglutination se produit aussi bien avec un lait acide (acide lactique) qu'avec un lait alcalin (soude), avec un lait frais qu'avec un lait bouilli. Le lait dicalcifié s'agglutine comme le lait naturel. Les globules du lait, isolés par centrifugation, lavés avec la solution physiologique et remis en suspension dans cette même solution, sont rapidement agglutinés par la solution d'agglutinine. L'agglutinine, d'autre part, ne donne pas cette agglutination avec le lactoplasma. Après agglutination des globules du lait, le lactoplasma est coagulé par la présure.

» Le fait de l'agglutination des globules du lait par une agglutinine est, je crois, bien établi par ces expériences; c'est un phénomène analogue à celui de l'agglutination des globules du sang et tout à fait indépendant de la coagulation des substances du milieu ambiant. Le fait très intéressant rapporté par M. Bordet (*Annales de l'Institut de Pasteur*, t. XIII, p. 240; numéro du 25 mars 1899) relève d'un tout autre mécanisme; dans ce cas, en effet, l'agglutination des globules du lait n'a lieu que secondairement par englobement et n'est pas indispensable à la production du phénomène.

» Dès maintenant et sans préjuger de son rôle spécifique possible comme agglutinine dans la fonction de reproduction, nous devons admettre, d'après les quelques expériences rapportées ici, que cette substance est capable d'agglutiner des corps de nature très différente. »

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *Transmission intra-utérine de l'immunité vaccinale et du pouvoir antivirulent du sérum.* Note de MM. **Béclère, Chambon, Ménard** et **Coulomb**; présentée par M. Chauveau.

« M. Chauveau a présenté à l'Académie, dans la séance du 26 décembre 1898, au nom de trois d'entre nous et de M. Jousset, une Note « Sur le pouvoir antivirulent du sérum de l'homme et des animaux immunisés contre l'infection vaccinale ou variolique ». Une des conclusions de ce travail était ainsi formulée : « La substance antivirulente peut traverser » le placenta et passer du sang maternel dans le sang du fœtus : ce pas- » sage est la condition essentielle de l'immunité congénitale. »

» Nous avons entrepris de nouvelles recherches dans cette voie, à la Maternité de l'Hôpital Saint-Antoine qui nous a été libéralement ouverte par le Chef de service, M. le Dr Bar. Nous avons cherché dans le sang des femmes vaccinées la présence ou l'absence de la substance antivirulente. Nous avons vérifié le passage de cette substance, à travers le placenta, du sang maternel dans le sang fœtal et nous nous sommes efforcés de déterminer les rapports de ce passage avec la transmission de l'immunité vaccinale de la mère au nouveau-né.

» Nos recherches ont porté sur soixante-cinq femmes et soixante-cinq nouveau-nés, dans les conditions suivantes :

» A la naissance de chaque enfant, on recueillit, aussi aseptiquement que possible, d'une part le sang qui provenait de l'utérus maternel, d'autre part le sang qui, après la ligature et la section du cordon ombilical, s'écoulait du bout placentaire. Dans les deux sérums obtenus après la formation du caillot on fit baigner pendant quarante-huit heures deux portions d'un vaccin de virulence éprouvée. Puis les deux échantillons de vaccin ainsi traités furent inoculés à une génisse, par de multiples incisions, sur des régions symétriques de la surface cutanée, en même temps qu'une troisième portion du même vaccin ayant baigné dans la solution saline physiologique. Après sept jours écoulés, l'observation des trois groupes éruptifs produits par ces inoculations fit constater, dans les sérums en question, l'existence ou l'absence d'une action antivirulente sur le vaccin et, quand cette action était manifeste, permit de comparer et de mesurer le pouvoir antivirulent des deux sérums. Soixante-cinq génisses furent employées à cette étude.

» Chaque enfant, le jour de sa naissance ou au plus tard le lendemain, fut inoculé au bras avec du vaccin de virulence éprouvée. Chaque mère fut inoculée en même temps que son enfant et avec le même vaccin. Après sept jours écoulés, les résultats de

l'inoculation vaccinale chez la mère et chez l'enfant furent notés, comparés entre eux et rapprochés des résultats fournis par la recherche du pouvoir antivirulent de leurs deux sérums.

» Aucune des mères, inoculées ainsi le jour ou le lendemain de la délivrance, ne l'était pour la première fois. Toutes avaient été vaccinées antérieurement; elles se partageaient en deux catégories, de nombre à peu près égal, suivant que leur dernière vaccination remontait à une date plus ou moins éloignée, antérieure au début de la grossesse, ou suivant que, par nos soins, elles avaient été revaccinées, depuis un plus ou moins grand nombre de jours, au cours même de la grossesse.

» Ces nouvelles recherches nous ont amenés aux conclusions suivantes :

» 1° L'immunité à l'égard de l'inoculation vaccinale s'observe, chez les enfants nouveau-nés, exclusivement parmi ceux dont la mère possède elle-même cette immunité.

» 2° La transmission intra-utérine de l'immunité vaccinale ne s'observe pas chez toutes les femmes en possession de cette immunité au moment de l'accouchement, mais seulement chez un petit nombre d'entre elles.

» 3° La transmission intra-utérine de l'immunité vaccinale s'observe exclusivement parmi les femmes dont le sang, antivirulent à l'égard du vaccin, a transmis, à travers le placenta, ses propriétés antivirulentes au sang du fœtus.

» 4° La transmission intra-utérine de l'immunité vaccinale peut s'observer parmi les femmes dont le sérum est antivirulent, qu'elles aient été vaccinées pendant ou avant la grossesse, et si éloignée que soit la date de leur dernière vaccination, alors même que celle-ci remonte à la première enfance.

» 5° Par contre, la transmission intra-utérine de l'immunité vaccinale ne s'observe pas chez les femmes dont le sérum n'est pas antivirulent, qu'elles aient été vaccinées avant ou pendant la grossesse, et si rapprochée que soit la date de leur dernière vaccination, alors même que celle-ci ne remonte pas en deçà des dernières semaines de la grossesse.

» 6° Le passage de la substance antivirulente, du sang maternel dans le sang fœtal, à travers le placenta, est donc la condition nécessaire de l'immunité congénitale.

» 7° Cette condition nécessaire n'est cependant pas suffisante : parmi les nouveau-nés dont le sérum se montre antivirulent, il en est qu'on peut inoculer avec succès.

» 8° Chez les nouveau-nés dont le sérum se montre antivirulent, l'énergie plus ou moins grande du pouvoir antivirulent du sérum est un

facteur important du succès ou de l'insuccès des inoculations vaccinales. Toutefois il n'existe pas entre les deux phénomènes des rapports constants. On peut dire seulement que, plus le sérum se montre antivirulent, plus grandes sont les présomptions d'insuccès pour l'inoculation vaccinale. »

ZOOLOGIE. — *Sur la respiration branchiale chez les Diplopodes.* Note de M. **M. Causard**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Au mois de mai 1897, je rencontrai, dans un ruisseau des environs d'Aix-en-Provence, sous des pierres submergées, des Myriapodes appartenant à la famille des *Polydesmidæ*. Rentré chez moi, je déposai ces Myriapodes dans l'eau. Je fus surpris de les voir, au bout de peu de temps, dévaginer la partie terminale de leur tube digestif, qui faisait alors saillie sous forme de deux ampoules transparentes et contiguës l'une à l'autre. Cette espèce, qui vit ordinairement hors de l'eau, a été, ainsi que celles qui m'ont servi plus tard, déterminée par M. Brölemann : c'est le *Brachydesmus superus* Latzel.

» Un changement de résidence me força à interrompre mes recherches, que je pus reprendre l'année suivante aux environs de Laval. L'espèce que j'ai surtout rencontrée ici est le *Polydesmus gallicus* Latzel. Je n'en ai trouvé aucun exemplaire dans l'eau; mais j'en ai maintenu plusieurs submergés, et j'ai toujours vu les mêmes phénomènes se produire. Mes observations seront exposées avec détails dans un travail qui sera publié ultérieurement.

» Chez les *Polydesmidæ*, le dernier anneau du corps (anneau préanal ou périanal) se prolonge postérieurement en une pointe à sa partie supérieure et circonscrit une ouverture ovale, oblique par rapport à l'axe du corps. Cette ouverture est fermée par trois pièces chitineuses, dont deux (valves anales), placées symétriquement à droite et à gauche, occupent presque tout l'espace, en laissant entre elles une fente longitudinale, l'anus; la troisième, impaire, recouvre la partie antérieure des précédentes; c'est l'écaille anale. Lorsque la dévagination se produit, les valves anales s'écartent l'une de l'autre; leur plus grande dimension, longitudinale au repos, devient transversale; avec l'écaille anale, elles forment alors une sorte d'anneau supplémentaire interrompu, dont la région dorsale manquerait. Quand on examine au microscope un individu vivant avec son intestin dévaginé, on remarque, à l'intérieur de la double poche ainsi formée, de nombreuses bandelettes musculaires, régulièrement disposées, qui en relient les parois au bord antérieur de l'anneau périanal.

» L'étude anatomique du tube digestif, dévaginé ou non, fournit des résultats très intéressants. L'intestin terminal se divise nettement en deux parties : l'antérieure, la plus grande, a une paroi épaisse, riche en fibres musculaires et formant de nombreux replis : on peut la nommer *rectum*; la postérieure, beaucoup plus courte, vient se terminer en se fixant seulement aux bords des valves et de l'écaille anales : elle constitue une sorte de poche, que l'on peut nommer la *poche rectale*, et qui remplit l'espèce de boîte formée par l'anneau périanal et les valves. Cette poche a une paroi mince, translucide, dépourvue de fibres musculaires, et qui est recouverte intérieurement par une cuticule, comme tout l'intestin terminal. Ces deux régions de l'intestin communiquent entre elles par un orifice étroit, que l'on peut nommer l'*anus interne*. Tandis que le rectum n'est relié aux parois du corps que par un réseau lâche de fines trachées, la région antérieure de la paroi de la poche rectale est reliée par de nombreuses bandelettes musculaires striées, au bord de l'anneau périanal; ce sont elles qui sont visibles par transparence dans l'organe dévaginé.

» Cette disposition spéciale des *Polydesmidæ* n'a, à ma connaissance, jamais été signalée; elle permet de comprendre comment se fait la dévagination. Sous la pression du sang, la paroi de la poche rectale est refoulée à l'extérieur, en déplaçant les valves anales; ses bandelettes musculaires s'étendent; en même temps, le rectum se déplisse et devient rectiligne. Une coupe longitudinale d'un individu à l'état de dévagination le montre nettement. Lors de la défécation, pendant laquelle la dévagination se produit aussi, l'anus interne se trouvant au fond du sillon qui sépare les deux ampoules, les excréments peuvent sortir directement du rectum au dehors; cela nous explique que la poche rectale ne renferme jamais d'excréments. Quand la pression sanguine diminue, les muscles de la poche se contractent; celle-ci rentre, en ramenant les valves dans leur situation primitive.

» Grâce à l'obligeance de M. le professeur E.-L. Bouvier, j'ai pu étudier de grandes formes de *Polydesmidæ* exotiques, non encore déterminées, et j'y ai retrouvé la disposition signalée ci-dessus.

» Quel est donc le rôle de la poche rectale? Quand on examine au microscope un individu vivant, à rectum dévaginé, on aperçoit à travers la mince membrane de cet organe des trachées très fines, abondantes au voisinage de l'extrémité postérieure du rectum, sans avoir une importance extraordinaire. Mais on y voit nettement *un courant dorsal de globules sanguins qui semble sortir de sous la pointe anale, se dirige vers l'arrière, puis se partage en deux courants dont chacun parcourt l'une des ampoules dévaginées, en gagnant la face ventrale.*

» L'organe en question pourrait peut-être, au premier abord, être comparé, au point de vue fonctionnel, aux branches trachéennes des *Ephemeridæ*, des *Perlidæ*, etc.; mais les trachées y sont vraiment trop peu abondantes et ne sont pas appliquées contre la paroi. Les courants sanguins qu'on y observe conduisent, au contraire, à le considérer comme jouant le

rôle d'une véritable *branchie;* des échanges gazeux plus ou moins importants peuvent s'y produire entre le sang et le milieu extérieur.

» De nombreuses expériences m'ont permis de conclure au rôle respiratoire de la poche rectale. Les *Brachydesmus* trouvés sous l'eau l'ont toujours été dans des endroits où le courant était très rapide, et par suite, l'eau très aérée. J'ai pu garder sous l'eau pendant longtemps des *Brachydesmus* et des *Polydesmus,* qui, de temps en temps, dévaginaient leur poche rectale; leur résistance à l'asphyxie était d'autant plus longue que l'eau était plus aérée. De plus, j'ai conservé pendant plusieurs mois des *P. gallicus* dans de la mousse humide; j'ai pu les voir plusieurs fois rester longtemps avec leur poche rectale sortie; cette attitude ne me paraît pouvoir s'expliquer qu'à la condition que ces animaux l'aient utilisée pour leur respiration.

» Quelques Géophilides sont déjà connus pour vivre sous les pierres littorales qui sont submergées à chaque marée. Plateau (1), qui a résumé et discuté les observations faites avant lui sur ce sujet, s'est livré à des expériences sur la submersion des Géophiles; mais ses animaux s'engourdissaient, bien que pouvant rester longtemps vivants. Il n'en est pas de même des *Polydesmidæ* submergés, qui conservent presque intégralement leur agilité, et pendant longtemps. La différence ne peut tenir qu'à ce que les derniers trouvent à oxygéner leur sang aux dépens de l'air dissous dans l'eau, grâce à la fonction spéciale de leur poche rectale, tandis que les premiers sont réduits à vivre aux dépens de l'air renfermé dans leur système trachéen.

» J'ai étendu mes recherches aux familles voisines des *Iulidæ* et des *Glomeridæ.* La disposition anatomique du tube digestif y est exactement la même que chez les *Polydesmidæ.* On y observe une poche rectale, à paroi mince, plus large, et non, comme le dit Plateau (2), « très courte, beaucoup » plus étroite » que le reste de l'intestin. Je n'ai pu saisir sur le fait la dévagination chez les *Glomeris;* mais j'ai vu des *Iulus,* conservés dans la mousse humide, dévaginer à maintes reprises leur tube digestif, et rester en cet état pendant plus ou moins longtemps.

» La poche rectale des Diplopodes, qui n'avait jamais été décrite jusqu'alors, doit donc servir à la respiration branchiale, soit sous l'eau, soit dans l'air humide. On pourrait la regarder comme une disposition ancestrale, rappelant l'origine aquatique des Myriapodes, et l'invoquer pour considérer les Diplopodes comme plus primitifs que les Chilopodes. »

---

(1) F. Plateau, *Les Myriapodes marins et la résistance des Arthropodes à respiration aérienne à la submersion* (*Journal d'Anatomie et de Physiologie,* t. XXVI, 1890).

(2) F. Plateau, *Recherches sur les phénomènes de la digestion et la structure de l'appareil digestif chez les Myriapodes de Belgique* (*Mémoires de l'Académie royale de Belgique,* t. XLII; 1876).

GÉOLOGIE. — *Sur les brèches éogènes du Briançonnais.* Note de M. **W. Kilian**, présentée par M. Marcel Bertrand.

« J'ai signalé, il y a quelques mois ([1]), dans le vallon de l'Alpet près du mont Genèvre (Hautes-Alpes) et dans le voisinage immédiat d'un affleurement de micaschistes d'origine éruptive ([2]), l'existence d'une brèche polygénique, contenant les fragments de dolomie mêlés à de nombreux débris de ces mêmes micaschistes. Cette brèche est identique par sa composition à celle que M. Termier a fait connaître dès 1895 ([3]) dans le massif de Prorel-Eychauda, où elle est associée également à des micaschistes et à des roches gneissiformes qui se retrouvent parmi ses éléments. La brèche ou conglomérat de l'Eychauda a été magistralement décrite par M. Termier, dans un travail récent où cet auteur reconnaît, lui aussi, son identité avec la brèche de l'Alpet ([4]).

» Quoique la présence de galets liasiques et jurassiques supérieurs à faciès briançonnais ([5]) parmi les matériaux constitutifs de cette curieuse

---

([1]) *Comptes rendus,* 7 novembre 1898. Voir aussi *Bull. Serv. Carte géol. de France,* n° 69, t. X (1898-99), avril 1899.

([2]) *Comptes rendus,* 7 novembre 1898. Le voisinage des masses éruptives du mont Genèvre et l'analogie de ces micaschistes avec les schistes qui, dans le Haut-Queyras et en Piémont, dérivent de la série des *Pietre verdi,* ainsi que l'apparence de certaines intercalations plus massives, m'ont conduit à considérer ces schistes cristallins comme résultant du laminage de petites masses éruptives. M. Termier a bien voulu procéder à l'examen microscopique de ces roches : les résultats qu'il a obtenus confirment pleinement l'influence qu'ont eue, sur la genèse de ces schistes cristallins, les phénomènes éruptifs.

([3]) *Comptes rendus,* 11 novembre 1895; *Bull. Soc. géol. de France,* 3e série, t. XXIII, p. 572; 1895.

([4]) *Les nappes de recouvrement du Briançonnais* (*Bull. Soc. géol. de France,* 3e série, t. XXVII, p. 62; 1899). Dans ce même travail, M. Termier, après avoir visité avec moi le gisement de l'Alpet, déclare adopter également, pour les schistes cristallins Prorel-Eychauda, l'origine éruptive que j'avais proposée d'admettre pour les micaschistes de l'Alpet, et atteste la liaison intime de ces micaschistes avec les roches vertes des schistes lustrés.

([5]) Kilian et Termier, *Bulletin de la Société géologique de France,* 3e série, t. XXVII, p. 63. — Kilian, *Compte rendu sommaire des séances de la Société géologique de France,* p. 76; 19 juin 1899.

formation nous ait conduits, M. Termier et moi ([1]), à la considérer comme tertiaire, la position qu'elle occupe dans les deux gisements susmentionnés ne donnait aucun renseignement sur son âge précis. La localisation à l'Eychauda et à l'Alpet avait en outre été utilisée par M. Termier ([2]), avec d'autres arguments, pour établir l'existence, dans le Briançonnais, d'une masse charriée d'origine lointaine (quatrième écaille), solidaire de la zone des schistes lustrés et provenant, comme celle-ci, de l'est.

» J'ai découvert récemment, près de Montdauphin (Hautes-Alpes), un nouveau gisement de cette même brèche, à fragments de dolomie et de micaschistes, dans des conditions qui permettent à la fois de fixer, d'une façon précise, son âge éogène et *d'affirmer qu'elle ne peut être considérée comme uniquement localisée dans le massif de Prorel-Eychauda ou dans le voisinage immédiat de la zone des schistes lustrés (l'Alpet)*.

» L'affleurement nouvellement découvert est situé sur la route stratégique qui relie Montdauphin à la batterie de Cros, sur la rive droite du Guil, et le long de laquelle on relève, à partir d'Eygliers, la succession suivante :

» A. Flysch argilo-schisteux d'un noir brunâtre, légèrement gréseux. — Recouvert partiellement par du Glaciaire.

» B. Calcaire gris moiré, schisteux, avec petites taches foncées (Priabonien).

» C. Calcaire rose amygdalaire (marbre de Guillestre), en gros bancs (*Jurassique supérieur*).

» D. Calcaire gris subcristallin, du type ordinaire des *calcaires triasiques*.

» E. Cargneules englobant des fragments de calcaires et de schistes, avec banc de calcaires dolomitiques.

» F. Flysch argilo-schisteux, d'un noir brunâtre, avec bancs gréseux, identique à la couche A, mais renfermant de petits bancs discontinus d'une *brèche polygénique* formée de fragments de micaschistes et de débris de dolomie brunâtre; cette brèche paraît identique à celle de l'Alpet.

» La couche F, malgré sa position dans la coupe, possède incontestablement tous les caractères du flysch de la région; elle appartient à la portion inférieure de ce terrain qui, dans toute la région, est recouverte par

---

([1]) Termier, *Bulletin de la Société géologique de France*, 3e série, t. XXVII, p. 56. — Kilian, *Comptes rendus des Collaborateurs du Service de la Carte géologique de France*, n° 69, t. X, p. 7; avril 1899, et *Bulletin de la Société géologique de France*, 3e série, t. XXVII, p. 127; 1899.

([2]) Termier, *Les nappes de recouvrement du Briançonnais*, p. 68.

les grès d'Annot et doit être considérée comme un faciès latéral du Priabonien supérieur à petites nummulites, et peut-être du Sannoisien inférieur. En continuant à suivre la série offerte par la route de Cros et en descendant vers le Guil par les sentiers, on voit, en effet, cette assise reposer sur la série suivante :

» 7. Schistes calcaires gaufrés, avec intercalations de brèches calcaires (*Nummulitique*);
» 6. Schistes et calcaires rouges du *Jurassique supérieur;*
» 5. Brèche calcaire du type de la *Brèche du Télégraphe* (*Lias*);
» 4. Calcaires triasiques;
» 3. Cargneules;
» 2. Quartzites du *Trias inférieur;*
» 1. Porphyrite en grandes masses.

» La couche F fait donc partie d'une *série normale* d'assises, constituant le substratum sur lequel est venu se déverser le pli anticlinal localement étiré que représentent les assises A, B, C, D, E et qui a été *ensuite ployé en voûte* avec ce même substratum ([1]); elle appartient donc à un pli situé bien *à l'ouest* de celui qui a fourni les nappes de recouvrement de l'Eychauda dont M. Termier fait sa *quatrième écaille,* et se trouve très probablement en continuité souterraine avec le flysch de Guillestre et de l'Embrunais.

» En résumé, les brèches et conglomérats polygéniques à galets cristallins de l'Alpet, de l'Eychauda et des environs de Montdauphin appartiennent à l'éogène (Priabonien ou Sannoisien); elles forment, dans les assises inférieures du flysch, des amas lenticulaires provenant sans doute du démantèlement de reliefs préexistant à la transgression priabonienne et dans lesquels affleuraient des micaschistes d'origine éruptive, comme ceux de l'Alpet, de Villargaudin et du col Tronchet, près de Château-Queyras. Elles sont du même âge et du même ordre que les brèches polygéniques qui se formaient alors en Maurienne et en Tarentaise ([2]), dans le voisinage des massifs cristallins de la première zone alpine, et qui atteignent au sommet de Crève-Tête, près de Moutiers, un si beau développement; elles rappellent aussi les formations analogues du flysch des Alpes suisses. »

([1]) Cette disposition tectonique a été reconnue par M. Haug et par moi et fera l'objet d'une description ultérieure; elle se voit nettement près de Guillestre.

([2]) Kilian et Révil, *Une excursion géologique en Tarentaise,* Chambéry; 1893, et *Compte rendu des Collab. du Serv. Carte géogr. de France;* 1893-94.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur un bathymètre fondé sur l'emploi de cylindres crushers.* Note de MM. **Charbonnier** et **Galy-Aché**, présentée par M. Bouquet de la Grye.

« *Crushers.* — On sait que l'artillerie emploie, pour la détermination des pressions qui se développent dans l'âme des bouches à feu sous l'action des gaz de la poudre, de petits cylindres en cuivre, appelés *crushers*, mesurant 13^{mm} de hauteur sur 8^{mm} de diamètre et sur lesquels la pression des gaz s'exerce par l'intermédiaire d'un piston en acier de section connue.

» Pour passer de l'écrasement final du crusher, mesuré avec un palmer donnant le centième de millimètre, à la pression maximum développée, il est nécessaire d'avoir une Table de tarage. La Table de tarage actuellement réglementaire dans l'artillerie de la marine est la Table dite *manométrique* dressée en 1892 par M. Vieille au moyen d'un manomètre à piston libre imité de celui de M. Amagat.

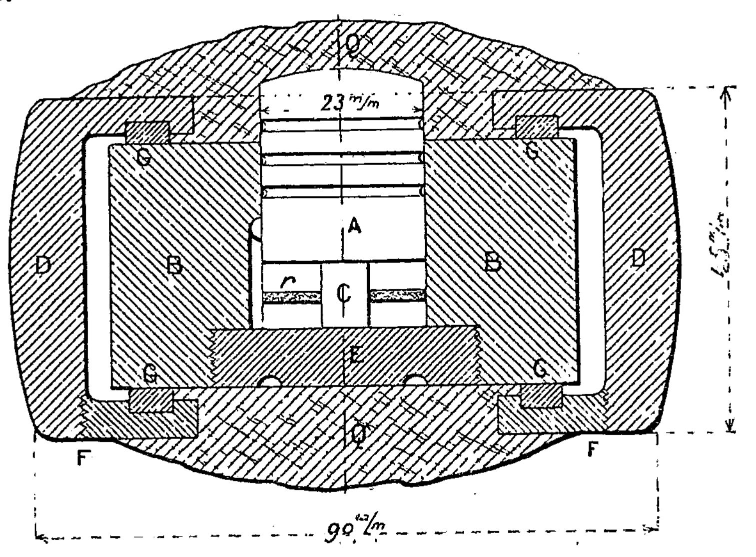
» La méthode suivie pour le tarage consiste à appliquer lentement et progressivement une pression croissante au cylindre crusher. Dans ces conditions, il y a constamment équilibre entre la résistance du crusher et la pression qui lui est appliquée; on dit alors que l'écrasement est statique.

» Le cylindre crusher peut servir à mesurer non seulement la pression des gaz de la poudre, mais encore toutes les hautes pressions se développant statiquement. Ainsi on peut en faire l'application à la mesure de la profondeur des océans.

» *Description du bathymètre.* — L'appareil qu'on peut imaginer dans ce but comprend un corps creux en acier BB, alésé intérieurement, fermé à l'une de ses extrémités par un bouchon fileté E, sur lequel repose le crusher C centré dans l'évidement au moyen d'une rondelle de caoutchouc *r*. Le piston cannelé A est ajusté au $\frac{1}{20}$ de millimètre. Un cylindre de garde DD, n'appuyant sur le corps que par des anneaux obturateurs en cuivre rouge GG, évite l'action des pressions latérales. L'anneau de serrage FF permet le montage de l'appareil. L'obturation est assurée par une couche de mastic de vitrier QQ.

» Ce bathymètre est analogue à un appareil employé dans l'artillerie de la marine pour la mesure des pressions de la poudre.

» Pour pratiquer un sondage au moyen du bathymètre à crushers, il suffit de l'immerger après l'avoir fixé à l'extrémité d'une ligne de sonde ordinaire.



» La descente de l'appareil étant relativement lente, l'écrasement du crusher sous la pression de l'eau est évidemment statique; donc, la Table manométrique permettra de connaître la pression maximum supportée par le crusher et, par suite, la profondeur atteinte.

» *Calcul et précision de l'appareil.* — MM. Sarrau et Vieille ont remarqué que, lorsque le fonctionnement est statique, l'écrasement et la pression sont, dans des limites très étendues, liés approximativement par la formule

$$P = K_0 + K\varepsilon,$$

dans laquelle les unités sont le kilogramme et le millimètre, K_0 et K deux constantes voisines de 500.

» Les cylindres crushers de fabrication courante, employés par l'artillerie de la marine, sont d'une très grande homogénéité. Le manomètre à piston libre permet leur tarage pour des pressions variant de 200 à 4000^{kg} par centimètre carré. Grâce à l'emploi d'une méthode de retournement indiquée par M. Vieille, l'écrasement correspondant à une pression déterminée est connu avec une approximation de $0^{mm},02$.

» Ces données nous permettent de calculer les dimensions à donner à l'appareil, sa précision et sa sensibilité.

» Pour une profondeur déterminée, l'appareil le plus sensible sera celui qui utilisera toute l'étendue de la Table de tarage. On aura donc, en appelant S la section du piston en décimètres carrés, H la profondeur en décimètres, δ le poids en kilogrammes du litre d'eau de mer,

$$SH\delta = 4000^{kg}.$$

» La plus grande profondeur connue des mers ne dépasse pas 10000^{m}; en admettant, pour plus de simplicité, que δ est constant et égal à 1^{kg}, on trouve

$$S = 0^{dmq},04.$$

» D'après la formule linéaire citée plus haut, on a

$$dH = \frac{K}{S}d\varepsilon.$$

» Faisant $K = 500$, $S = 0^{dmq},04$, $d\varepsilon = 0^{mm},02$, il vient

$$dH = 25^{m}.$$

» Une profondeur quelconque comprise entre les profondeurs de 500^{m} et 10000^{m}, qui correspondent à l'étendue de la Table de tarage, sera donc obtenue à 25^{m} près.

» Cette précision est, pour des valeurs de H voisines de 10000^{m}, au moins équivalente à celle qu'on peut obtenir dans la mesure des hautes montagnes.

» Dans le cas où les profondeurs à évaluer sont beaucoup plus faibles, on peut évidemment augmenter la précision de l'appareil en faisant varier convenablement la section du piston.

» Par exemple, si la profondeur limite est de 4000^{m}, la section du piston sera égale à $0^{dmq},10$, et l'approximation obtenue dans la mesure de la profondeur sera de 10^{m}.

» On peut d'ailleurs donner aux indications de l'appareil, dont nous avons seulement indiqué le principe, la précision que l'on désire, puisqu'on dispose des trois variables dont elle dépend, c'est-à-dire de la section du piston, des dimensions du crusher et de la nature du métal de ce crusher. »

La séance est levée à 4 heures un quart.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 17 JUILLET 1899.

Association française pour l'Avancement des Sciences. Compte rendu de la 27e session. Nantes, 1898. *Seconde Partie : Notes et Mémoires.* Paris, G. Masson et Cie, 1899; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Grimaux.)

Projet d'établissement d'un système mètre-gramme-jour pour l'unification des mesures physiologiques, par M. J. DE REY-PAILHADE. Toulouse, imp. Lagarde et Sebille, 1899; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Société de Géographie de Toulouse. Congrès des Sociétés savantes, tenu à Toulouse du 4 au 8 avril 1899. *Rapport sommaire sur l'Exposition des appareils de mesure du temps et des angles gradues suivant le système décimal,* par M. J. DE REY-PAILHADE. Toulouse, imp. Lagarde et Sebille; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Centenaire de la Société académique de Nantes et de la Loire-Inférieure, 1798-1898. Nantes, Mellinet et Cie, 1899; 1 fasc. in-8°.

Annales de la Société académique de Nantes et du département de la Loire-Inférieure. Vol. IX de la 7e série, 1898. Nantes, L. Mellinet et Cie, s. d.; 1 vol. in-8°.

Die technischen Hochschulen und ihre wissenschaftlichen Bestrebungen. Rede .... von A. RIEDLER. Berlin, H.-S. Hermann, 1899; 1 fasc. in-4°.

The Yerkes Observatory of the University of Chicago. Bul. 7-11. GEORGE E. HALE. Chicago, 1899; 5 opuscules in-8°.

Planation and dissection of the Ural mountains, par F.-P. GULLIVER. Rochester, 1899; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Shoreline topography, by F.-P. GULLIVER. (*Proceedings of the American Acad. of Arts and Sciences.* Vol. XXXIV, n° 8, January 1899.) 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Concorsi a premio del R. Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti, proclamati nell' adunanza solenne del 21 *maggio* 1899, s. l. n. d.; 1 fasc. in-8°.

Cambridge University library. Report of the library syndicate, for the year ending December 31, 1898. (From the University Reporter, 1898-99.) Cambridge, 1899; 1 fasc. in-4°.

Magnetical and meteorological observations made at the Government obser-

vatory, Bombay, 1897. *With an appendix*. Bombay, 1898; 1 fasc. in-4°. (Presented, by order of the right honourable the Governor general in Council, India.).

General perturbations of Minerva (93), *by Jupiter, including terms only of the first order with respect to the mass, together with a correction of elements*, by W.-S. Eichelberger. (Memoirs of the national Academy of Sciences, vol. VIII, third Memoir.) Washington, 1899; 1 fasc. in-4°.

United States Commission of fish and fisheries. Commissioner's report, 1898. Washington, 1899; 1 vol. in-8°.

Proceedings of the United States national Museum. Vol. XVIII, 1895. Vol. XX. Washington, 1896-98; 2 vol. in-8°.

Annales of the astronomical Observatory of Harvard College. Vol. XXXIX, Part I. *Peruvian meteorology*, 1888-1890; compiled and prepared for publication by Solon J. Bailey under the direction of Edward-C. Pickering. Cambridge, 1899; 1 fasc. in-4°.

Anales de la Associacion de ingenieros y arquitectos de Mexico. Tomo VII. Mexico, 1899; 1 vol. in-8°.

Universidad central de España. Memoria del curso de 1897 *a* 98, *y anuario dél de* 1898 *a* 99, *de su distrito universitario*. Madrid, 1899; 1 fasc. in-4°.

La energia electrica. Revista general de electricidad y sus aplicaciones. Director : Gumersindo Villegas Ortega. Año I, num. 1. Madrid, 1899; 1 fasc. in-4°.

Republica de el Salvador, America Central. Diario official. T. XLVI, num. 110-112, 116, 124. San Salvador, 1899; 5 feuilles pliées in-f°.

Ouvrages reçus dans la séance du 24 juillet 1899.

Annélides polychètes de la rade de Brest et de Paimpol, par le baron de Saint-Joseph. Paris. Masson et Cie, 1899; 1 br. in-8°. (Présenté par M. Milne-Edwards.)

Le port de marée de Gris-Nez et les côtes basses et sablonneuses du littoral français, par C.-J. Tackels. Paris, la Ligue maritime française, 1899; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Transmission de l'énergie électrique par un fil et sans fil (par l'éther), par Em. Guarini-Foresio. Liége, Henri Poncelet, 1899; 2 br. in-8°.

Operiren oder Nichtoperiren bei Krebs-Erkrankungen und andere Zeitgemässe, insbesondere therapeutische Fragen, von Dr Severin Robinski. Berlin, 1898; 1 vol. in-8°.

Recherches sur l'emploi de la Photographie stellaire à la détermination des parallaxes des étoiles fixes, par OESTEN BERGSTRAND. Upsala, 1899; 1 vol. in-8°.

Die deutsche Karl-Ferdinands-Universität, in Prag unter der Regierung seiner Majestät des Kaisers Franz-Josef I. Prag, Josef Koch, 1899; 1 vol. in-8°.

Bihang till kongl. svenska vetenskaps-akademiens handlingard; TJUGUFJERDE BAUDET, afdelning I, II, III et IV. Stockholm, 1899; 4 vol. in-8°.

Prodomus floræ batavæ. Vol. II, parties I et II. Nijmegen, F.-E. Macdonald, 1893; 2 vol. in-8°.

Verslagen en mededeelingen der nederlandsche botanische Vereeniging. 1er deel, 2e et 3e stuk. Nijmegen, H.-C.-A. Thieme, 1897; 2 vol. in-8°.

Flora batava. Afbeelding en Beschrijving der nederlandsche gewassen. Haarlem, de Erven Loosjes, 1898; 11 fasc. in-4° avec planches.

Führer durch die gesammte Calciumcarbid- und Acetylen-Literatur. Bibliographie, von Dr A. LUDWIG; herausgegeben von S. Calvary und Cie. Berlin, Verlag von S. Calvary und Cie, 1899; 1 br. in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 31 JUILLET 1899,

PRÉSIDENCE DE M. VAN TIEGHEM.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie la perte qu'elle vient de faire dans la personne de M. *Rieggenbach*, Correspondant pour la Section de Mécanique, décédé à Olten (Suisse), le 25 juillet 1899.

THERMODYNAMIQUE BIOLOGIQUE. — *Thermogénèse et dépense énergétique chez l'homme qui élève ou abaisse son propre poids. Le travail positif* prend *de la chaleur au moteur animé qui exécute ce travail; le travail négatif lui en* donne; par M. **A. Chauveau.**

« Ceci est la réalisation du programme que je m'étais tracé, il y a deux ans et demi, dans mon *Étude critique des expériences de Hirn sur la Thermo-*

dynamique dans les êtres vivants (1). Hirn, de son propre aveu, n'avait pu établir que, en conformité des lois de la Thermodynamique générale, le travail positif des êtres vivants leur *prend* de la chaleur et que le travail négatif exécuté par eux leur en *donne*. L'échec de la très importante tentative de Hirn tenait en partie à son ignorance des choses de la Physiologie, mais surtout à ce que les lois du travail physiologique des muscles et de la dépense énergétique qu'entraîne ce travail étaient alors entièrement inconnues. Les déterminations auxquelles je suis arrivé en ce qui concerne ces lois contiennent virtuellement la solution vainement cherchée par Hirn. Mais elle ne se dégage pas avec une netteté qui permette de se dispenser d'une démonstration directe. Je me suis appliqué à obtenir cette démonstration avec une ténacité que les difficultés de l'entreprise n'ont pas réussi à décourager.

» Ces difficultés n'ont pu être écartées toutes. Néanmoins, les expériences déjà faites se sont prononcées unanimement dans le sens des lois de la Thermodynamique et de la dépense énergétique entraînée par le travail physiologique des muscles. L'accord de ces lois avec les résultats obtenus atteint une très satisfaisante approximation. Quand les conditions expérimentales seront suffisamment améliorées, cet accord ne laissera certainement plus rien à désirer. En attendant, il y a lieu de soumettre aux mécaniciens et aux physiologistes les excellents résultats constatés dans les premières expériences (2).

» *Le but à atteindre et les moyens d'y arriver.* — On veut, à l'exemple de Hirn, savoir si le travail positif *prend* de la chaleur à l'homme qui élève son propre poids et si le travail inverse, c'est-à-dire le travail négatif accompli par le sujet dans la descente, lui *donne* au contraire de la chaleur. Pour se renseigner, il faut déterminer et comparer : 1° la production de chaleur et la dépense énergétique qu'entraîne le travail d'ascension, suivant que l'énergie représentée par le travail mécanique est ou n'est pas détournée de l'enceinte où s'accomplit ce travail; 2° la production de chaleur et la dépense énergétique inhérentes au travail de descente.

» *Dispositif pour l'exécution du travail d'ascension ou de descente.* — Le principe en a été indiqué ailleurs (3). Ce dispositif se compose de deux roues de Hirn, de 3m de diamètre, exactement semblables et fixées sur le même axe, qui les maintient étroitement conjuguées. L'une est dans un grand calorimètre à rayonnement; l'autre,

(1) *Archives de Physiologie normale et pathologique;* janvier et mars 1897.

(2) Ces expériences ont été faites avec le concours de M. Tissot.

(3) *Loc. cit.*

en dehors des enceintes de ce calorimètre. Le travail d'ascension peut se faire à volonté sur celle-ci ou celle-là. Quant au travail de descente, il est toujours exécuté sur la roue intérieure, pendant qu'un autre sujet, un peu plus lourd, fait du travail positif sur la roue extérieure. Une sonnerie électrique, actionnée par un bon métronome, permet de régler le rythme des mouvements et de les harmoniser.

» Si un sujet se meut seul sur une roue, en faisant du travail positif, son équilibre, sur cette roue en mouvement uniforme, est obtenu grâce au serrage d'un frein, qui est un des organes les plus importants du système. Il se compose d'une bande d'acier, doublée d'une bande de cuir, enveloppant complètement la circonférence de la roue. La résistance qu'il oppose au mouvement de celle-ci crée de la chaleur qui représente le travail mécanique détruit. Comme ce frein peut être placé à volonté soit sur la roue extérieure, soit sur la roue intérieure, la chaleur qu'il développe, c'est-à-dire la valeur même du travail mécanique, peut être à volonté comprise ou non dans le bilan thermique du sujet.

» *Mesure directe de la chaleur produite. Calorimètre.* — L'appareil employé à cette mesure est un calorimètre à rayonnement, à air confiné, avec parois métalliques et dont l'intérieur est éclairé par deux vitres.

» La capacité de l'appareil permet à un homme de 50^{kg} d'y travailler sans gêne pendant deux ou trois heures. Il se compose de deux parties : 1° une partie principale où l'homme se tient debout sur la roue, à l'une des extrémités de son diamètre horizontal ; 2° un diverticule étroit, en partie creusé dans le sol et occupé par la roue. Il y a là des conditions défectueuses; mais le local dont je pouvais disposer ne permettait pas de les écarter.

» Ce calorimètre est placé dans une première enceinte, à parois en bois et verre, de 82^{mc} environ de capacité, occupant le centre d'une vaste pièce, en demi-sous-sol, qui a été aménagée dans l'une des régions du laboratoire où la température varie le moins et où sont rassemblés mes divers calorimètres.

» Un bon ventilateur électrique, placé en haut de la partie principale du calorimètre, à proximité du point où elle s'abouche avec la partie annexe, entretient l'air en mouvement perpétuel, en sorte que la température du calorimètre tend à s'y égaliser, quoiqu'elle reste toujours un peu moins élevée dans les parties basses.

» Ce ventilateur introduit une cause de perturbation dans les mesures thermiques. En effet, le courant qui le met en marche produit environ 6 ou 7 calories à l'heure. Ces calories s'ajoutent nécessairement à celles qu'engendre le système de chauffage consacré à l'étalonnage ou le sujet qui travaille.

» Enfin j'indiquerai l'existence de deux ouvertures, à fermeture hermétique : l'une au bas de l'une des faces de la partie principale, pour l'introduction du sujet dans l'appareil; l'autre, à l'opposé, sur le plafond de la partie annexe. Cette dernière ouverture peut être mise en communication avec un large conduit de tôle, qui introduit dans la caisse du calorimètre l'air extérieur poussé par un ventilateur spécial, pour renouveler la masse gazeuse de l'intérieur de l'appareil, après chaque expérience.

» *L'étalonnage du calorimètre et ses difficultés.* — Un tel calorimètre ne peut être étalonné qu'à l'aide du chauffage électrique, et encore y rencontre-t-on certaines difficultés. La roue à échelons est en bois un peu massif, ainsi que la carcasse de la

caisse. Aussi, quoique la tôle des parois de celle-ci soit extrêmement mince, l'appareil présente-t-il, en raison de ses dimensions, une certaine inertie, qui ne permet pas la mesure exacte des petites quantités de chaleur. De plus, la partie des parois qui est formée par le sol prend de la chaleur qui est perdue pour le rayonnement dans l'enceinte extérieure. Ce serait sans inconvénient si la température du sol était toujours la même et surtout s'il existait toujours le même rapport entre cette température et celle de l'air ambiant. Mais il n'en est rien. On évite les perturbations qui en résulteraient pour les mesures calorimétriques en répétant l'étalonnage à chaque expérience et en intercalant celle-ci entre deux des chauffages électriques destinés à cet étalonnage. Ce n'est pas une grosse complication, car on serait obligé de toute façon au chauffage préalable de l'appareil pour amorcer l'expérience et en raccourcir la durée le plus possible. En entrant dans l'appareil, le sujet déplace les spires chauffantes (au nombre de deux) et se substitue à elles. Il les replace, avant de sortir, pour un nouvel étalonnage de valeur plus élevée.

» *Mesure de la dépense énergétique entraînée par les travaux physiologiques du sujet, d'après l'oxygène absorbé dans les échanges respiratoires.* — Cette opération aurait pu être faite dans les expériences consacrées à la mesure de la chaleur produite. Mais diverses considérations ont poussé à déterminer les échanges respiratoires dans des expériences spéciales, où l'on recueillait l'air expiré avec l'appareil Tissot. La précision de son fonctionnement permet, du reste, de compter sur l'exactitude absolue des déterminations tirées de l'analyse des échantillons d'air obtenus avec cet appareil. La récolte en était faite trois fois, pendant deux minutes, au début, au milieu et surtout à la fin de l'expérience. Avec le calorimètre à rayonnement, en effet, les indications thermogénétiques sont celles de la dernière partie du travail : il est indispensable de les comparer exclusivement avec les indications de dépense énergétique répondant à cette même dernière partie du travail.

» Conformément aux principes établis, l'évaluation de la dépense énergétique a été faite d'après le taux de l'oxygène absorbé et le nombre de calories qui correspond à cette absorption. Dans les conditions où se trouvait le sujet d'expérience, le glycogène consommé par le travail musculaire provenait surtout de la transformation des réserves graisseuses, en sorte que celles-ci pouvaient être considérées comme se brûlant directement pour alimenter le travail musculaire en énergie. D'où l'adoption du chiffre de $4^{\mathrm{Cal}},6$ par litre de O^2 absorbé. C'est un chiffre sûrement un peu faible. Mais on ne risque rien à s'en servir, étant donné que les expériences ont pour but d'obtenir des valeurs comparatives, plutôt que des déterminations absolues.

» *Le sujet d'expérience et son travail.* — Ce sujet est âgé de 22 ans, maigre, de petite taille, du poids moyen de 50^{kg}. Il était parfaitement dressé au travail qu'on lui demandait d'exécuter sur la roue. Surtout il savait y accomplir ses mouvements d'une manière absolument symétrique pendant la montée et pendant la descente, en sorte que le poids de son corps était continuellement soutenu de la même manière par les muscles dans les deux cas.

» Toutes les expériences ont été faites le sujet étant à jeun depuis seize heures au moins. Les mouvements étaient réglés de manière que la roue faisait uniformément 80 tours à l'heure. Cette roue ayant 3^{m} de diamètre, si le sujet avait pu faire passer

son centre de gravité exactement par la tangente perpendiculaire au rayon horizontal, il aurait accompli en une heure : $(3,14 \times 3 \times 80 \times 50) = 37680^{kgm}$, équivalant à $88^{Cal},8$.

» Mais les marches latérales sur lesquelles se faisait l'appui du sujet ne recevaient son centre de gravité qu'à 125^{mm} de la circonférence, ce qui diminuait le parcours et réduisait le travail à 34540^{kgm}, soit $81^{Cal},27$. Évidemment, il ne se produit, dans l'expérience, que la dépense énergétique nécessaire à l'exécution de ces 33912^{kgm}.

» D'autre part, ces 33912^{kgm} ne peuvent pas reparaître intégralement en chaleur, quand on les exporte hors du calorimètre. En effet, le serrage du frein, qui permet de les recueillir sous cette forme à l'extérieur de l'appareil, ne doit pas être poussé jusqu'à l'équilibre exact des 50^{kg} que pèse le sujet. Une partie de ce poids est employée à mettre le système en mouvement. On l'a déterminée empiriquement. Elle est, au minimum, de $3^{kg},550$ quand le système est chargé. Tenons-nous à ce chiffre : il en résulte une réduction à $75^{Cal},56$ de la chaleur exportée hors du calorimètre.

» Enfin, une autre cause de réduction est encore à signaler. La résistance du frein sur la roue s'exerce partout à l'extrémité des rayons de celle-ci. Il n'en est pas de même de la puissance qui équilibre cette résistance dans le mouvement uniforme imprimé à la roue. Ce n'est plus à l'extrémité d'un rayon de $1^{m},50$ que le poids du sujet est appliqué. Ce rayon est diminué, d'une part, de 125^{mm}; d'autre part, le corps du sujet restant toujours plus ou moins au-dessus de la ligne horizontale qui passe par l'axe du système, le moment de la force qui équilibre la résistance périphérique s'en trouve encore diminué. En définitive, on ne saurait évaluer à moins de $\frac{1}{10}$ la réduction du bras de levier de la puissance par rapport à celui de la résistance et l'amoindrissement qui en résulte pour la valeur de cette résistance représentée par le frottement du frein. Ceci fait que le maximum de chaleur que peut produire l'exportation, hors du calorimètre, du travail mécanique exécuté dans cet appareil par le sujet ne s'élève guère qu'à 68^{Cal}.

» Déterminations calorimétriques. — Elles ont été faites dans les conditions suivantes : 1° travail positif dans le calorimètre et frein serré sur la roue intérieure; 2° travail positif dans le calorimètre et frein serré sur la roue extérieure; 3° travail négatif dans le calorimètre; 4° enfin, travail positif sur la roue extérieure et frein serré sur la roue intérieure.

» Expériences de la série I. — *Travail positif dans le calorimètre. Frein serré sur la roue intérieure.* — Ces expériences sont au nombre de quatre :

Résultats bruts :	n° 1	261	calories à l'heure
	n° 2	266	»
	n° 3	263	»
	n° 4	263	»
	Moyenne.....	263	»

» L'uniformité de ces résultats est extrêmement remarquable. Elle tient sans doute, au moins pour une bonne part, à ce que le sujet peut régler lui-même à la main le serrage du frein, quand il est averti, par l'accélération qu'il est obligé d'imprimer au rythme de ses mouvements, que le frein a été détendu.

» EXPÉRIENCES DE LA SÉRIE II. — *Travail positif dans le calorimètre. Frein serré sur la roue extérieure.* — Ces expériences sont au nombre de cinq :

Résultats bruts : nº 1............	196	calories à l'heure
nº 2............	201,6	»
nº 3............	192,6	»
nº 4............	196	»
nº 5............	210	»
Moyenne....	199	»

» Ces résultats sont moins uniformes que les premiers. Ceci tient sans doute à ce que l'entretien de la tension du frein ne pouvant se faire que sur les indications du sujet renfermé dans le calorimètre, elles ne sont pas toujours rigoureusement suivies. En tous cas, les résultats, malgré leurs écarts, n'en sont pas moins tous concordants. Comparés aux précédents, ils montrent que le travail positif, exporté hors du calorimètre, enlève à celui-ci :

$$263^{\text{Cal}} - 199^{\text{Cal}} = 64^{\text{Cal}}.$$

» Le chiffre théorique du déficit, indiqué par nos calculs ci-dessus, est de 68^{Cal}. Et encore doit-on le considérer comme un peu forcé. Tous ceux qui connaissent ou soupçonnent les difficultés de pareilles expériences conviendront du soin qui a dû être apporté à la construction de l'outillage et à l'exécution des expériences, pour qu'une telle approximation ait pu être obtenue. D'après ce résultat, *non seulement le travail positif exécuté par un moteur animé lui prend de la chaleur, mais cette chaleur est, de plus, équivalente au travail mécanique produit.*

» EXPÉRIENCES DE LA SÉRIE III. — *Travail négatif dans le calorimètre par un sujet, pendant qu'un autre sujet fait du travail positif sur la roue extérieure.* — Ces expériences sont au nombre de quatre :

Résultats bruts : nº 1............	165	calories à l'heure
nº 2............	162	»
nº 3............	165,6	»
nº 4............	187,2 (?)	»
Moyenne.......	170	»

» Ainsi, dans ces expériences sur le travail négatif, la thermogénèse est toujours inférieure à celle qui résulte du travail positif (expériences de la série II) dans la proportion de $170 : 199 = 0,854$. Or, cette même infériorité s'est montrée constamment dans les expériences thermométriques que j'ai faites en nombre si considérable sur le biceps brachial ou le triceps crural, pour comparer l'échauffement excité par les travaux positif et négatif, symétriques, exécutés exactement dans les mêmes conditions. On ne saurait donc douter que la différence constatée dans les expériences thermogénétiques actuelles ne représente un fait physiologique parfaitement normal. Il n'y a pas à insister autrement sur cette question de fait. On n'en peut tirer directement aucune indication sur le point de savoir si le travail négatif donne de la chaleur au moteur animé qui l'exécute. La solution n'apparaîtra que quand on aura pu mettre en présence la chaleur constatée dans le calorimètre et la chaleur calculée d'après la dépense énergétique indiquée par les échanges respiratoires.

» Expériences de la série IV. — *Travail positif sur la roue extérieure, avec frein sur la roue intérieure.* — Ces expériences avaient pour but d'évaluer directement en calories la valeur du travail mécanique exporté. Théoriquement cette valeur aurait dû approcher de 68^{Cal}. Jamais ce chiffre n'a été atteint, ni même celui de 64^{Cal}. La chaleur engendrée dans ce cas par le frein à l'intérieur du calorimètre a toujours oscillé entre 56^{Cal} et 61^{Cal}. Le déficit tient aux causes ci-devant indiquées. On ne peut guère compter, en effet, sur l'exactitude du rendement thermique de l'appareil qu'à partir de 100^{Cal}. Le renseignement demandé à ces expériences n'est, du reste, pas indispensable aux solutions cherchées ici.

» Déterminations de dépense énergétique. — Les mesures thermogénétiques dans le cas des expériences I et II suffisent à démontrer que le travail positif *prend* de la chaleur au moteur animé qui l'exécute. On ne saurait se passer de la détermination de la dépense énergétique et de la chaleur déterminée par cette dépense, pour démontrer que le sujet producteur de cette chaleur y ajoute celle qui est en provenance du travail mécanique détruit par ce sujet dans son mouvement de descente. Les démonstrations relatives au travail positif lui-même n'ont, du reste, qu'à gagner à cette détermination de la dépense énergétique.

» Il s'agit là d'expériences faciles, qui peuvent être répétées très souvent. Je n'en ai que trois à présenter pour le moment, car je me réserve de les multiplier plus tard, en y introduisant des conditions nouvelles, en vue d'étudier un certain nombre de points particuliers. Mais les résultats de ces trois expériences peuvent être donnés ici

comme représentant à peu près les faits habituels de l'état normal. On les a traduits dans le Tableau suivant :

	Travail positif.			Travail négatif.		
Expériences.	A. O^2, consommé en deux minutes.	B. O^2, consommé en une heure.	C. Consommation de O^2, transformée en calories.	A. O^2, consommé en deux minutes.	B. O^2, consommé en une heure.	C. Consommation de O^2, transformée en calories.
	lit	lit	Cal	lit	lit	Cal
1.....	1,813	54,390	250,194	0,910	27,300	125,580
2.....	1,753	52,590	241,914	0,879	26,370	121,302
3.....	2,020	60,600	278,760	0,941	28,230	129,858
Moy ..	1,862	55,860	256,956	0,910	27,300	125,580

» Ainsi les colonnes C nous montrent que les consommations de potentiel, sous l'influence des travaux physiologiques de l'économie animale, chez l'homme qui élève son poids ou qui l'abaisse, sont entre elles dans le rapport de 259 : 125 = 2,056. Le travail positif, dans ce cas particulier, a donc exigé une dépense énergétique qui dépasse de plus du double celle du travail négatif. C'est la confirmation des principes exposés dans mes publications antérieures, sur la grosse épargne de dépense que peut impliquer l'exécution du travail négatif comparé au travail positif correspondant. On ne saurait, il est vrai, faire avec les éléments de ces expériences des comparaisons bien fructueuses entre la dépense théorique et la dépense réellement effectuée. Mais c'est une question qui n'est pas en jeu actuellement. Il s'agit de savoir purement et simplement si la chaleur de combustion du potentiel équivaut ou non à la chaleur réellement constatée dans les expériences de thermogénèse II et III. Les rapprochements établis dans le paragraphe suivant renseignent sur ce point avec une précision qui ne laisse rien à désirer.

» *Rapport de la thermogénèse avec la consommation du potentiel dans les cas de travail positif et de travail négatif correspondants.* — Mettons en présence la chaleur réellement constatée et celle qui répond à l'oxygène absorbé dans la combustion du potentiel. Pour faire cette comparaison avec le plus d'exactitude possible, il est nécessaire de défalquer de la chaleur constatée dans les expériences celle qui a été produite par le courant moteur du ventilateur et qui a eu, dans tous les cas, sans exception,

la même valeur, soit environ 6^Cal. Le Tableau suivant résume très simplement les résultats de la comparaison :

	I. Travail positif avec frein *dans* le calorimètre.	II. Travail positif avec frein *hors* du calorimètre.	III. Travail négatif dans le calorimètre.
A. Nombre moyen de Calories représentant la mesure réelle de la thermogénèse.........	257^{Cal}	193^{Cal}	164^{Cal}
B. Potentiel moyen consommé. Évaluation en Calories d'après l'oxygène absorbé..........	257^{Cal}	257^{Cal}	125^{Cal}
C. Rapport A : B............	$\frac{257}{257} = 1,000$	$\frac{193}{257} = 0,751$	$\frac{164}{125} = 1,312$

» Ainsi, dans le cas du travail positif avec frein dans le calorimètre, le rapport A : B peut être égal à l'unité. Il lui est inférieur dans le même cas de travail positif, si le frein exerce son action sur la roue extérieure. Enfin ce rapport est supérieur à l'unité quand il y a travail négatif. Les enseignements qui résultent de ces constatations sont tellement nets qu'ils se dégagent d'eux-mêmes. Néanmoins, je crois devoir les formuler dans les conclusions suivantes :

» Conclusions. — 1° Quand un calorimètre recueille toute la chaleur créée pendant le travail d'un sujet qui élève son propre poids, cette chaleur possède la valeur théorique de celle qui résulte de la consommation du potentiel employé à l'exécution des travaux physiologiques intérieurs;

» 2° Quand le travail mécanique du sujet qui s'élève est exporté au dehors, la chaleur constatée au calorimètre est inférieure à celle qui y est réellement produite par le sujet. Le travail positif extériorisé a donc emprunté à ce dernier la chaleur qui lui manque;

» 3° Quand le sujet accomplit du travail négatif dans le calorimètre, la production calorique est très supérieure à celle que comporte les combustions intérieures qui alimentent en énergie les travaux physiologiques de l'organisme. Donc le travail mécanique qui est détruit dans la descente du sujet ajoute la chaleur qu'il représente à celle qu'engendre le sujet lui-même;

» 4° En résumé, on ne saurait douter que le travail positif ne *prenne* de la chaleur aux moteurs animés qui l'exécutent et que le travail négatif

ne leur en *donne*. On ne saurait guère douter davantage, malgré les écarts qui se sont manifestés dans les expériences entre les valeurs prévues et les valeurs constatées, que la chaleur *prise* ou *rendue* ne soit équivalente au travail mécanique *produit* ou *détruit*. »

BALISTIQUE. — *Sur la loi des pressions dans les bouches à feu.* Note de M. E. VALLIER.

« La formule que j'ai communiquée à l'Académie (séance du 29 mai dernier) sur la loi des pressions dans les bouches à feu, lorsque l'on connaît seulement la vitesse initiale du projectile et la pression maximum enregistrée à la culasse, ne peut, comme je l'indiquais d'ailleurs, être considérée que comme une approximation : les données du problème sont, du reste, en trop petit nombre pour que l'on puisse espérer davantage.

» Il est à prévoir que la durée θ du développement de la pression sera toujours ainsi évaluée à une trop faible valeur. Mais, quoi qu'il en soit, cette expression conduit à des résultats suffisamment approchés pour être utilisés : aussi ai-je cru devoir étudier à nouveau le moyen d'en tirer parti rapidement.

» Je rappelle que la formule fondamentale est

$$(1)\qquad P = \omega P_0 \frac{t}{\theta} e^{1-\frac{t}{\theta}} = \omega P_0 P(z),$$

où P désigne la pression, évaluée en kilogrammes par centimètre carré, à l'instant t, P_0 la pression maximum enregistrée à la culasse, θ l'instant de cette pression, l'origine des temps étant fixée au moment où le projectile commence son mouvement; enfin, z le rapport $\frac{t}{\theta}$.

» Soient m la masse du projectile, u' sa vitesse en mètres et u l'espace parcouru, en mètres également, à l'instant t; ω la section droite de l'âme en centimètres carrés. Soient, en outre, u'_0 et u_0 la vitesse et l'espace à l'instant du maximum de pression pour lequel $z = 1$, et enfin U', U et Z les vitesse, espace et valeur de z à la bouche de la pièce.

» Désignons enfin par α le rapport

$$(2)\qquad \alpha = 2\omega P_0 U : m U'^2$$

de la pression maximum à la pression constante qui, dans le même parcours, communiquerait au projectile la vitesse U'. Ce facteur α peut s'appeler le *coefficient de fatigue* dans le tir considéré.

» L'application des formules données dans la Note précédente conduit aux diverses expressions énoncées ci-dessous, lesquelles permettent de tracer suffisamment les courbes des divers éléments, soit en fonction des temps, soit en fonction des espaces :

$$(3) \qquad \theta = \frac{U}{U'} \times \Theta(\alpha),$$

$$(4) \qquad u_0 = U \times \Phi(\alpha), \qquad \Phi(\alpha) = \frac{U(1)}{U(z)},$$

$$(5) \qquad u'_0 = U' \times V(\alpha), \qquad V(\alpha) = \frac{V(1)}{V(z)}.$$

» Ayant ainsi calculé les éléments du point du maximum de pression, le Tableau ci-dessous donne ceux d'un nombre de points suffisants pour le tracé des courbes en question :

$z = \frac{t}{\theta}$.	0.	1.	1,35.	1,50.	1,5935 (1).	2,00 (2).	3,00.	Z (3).
u	0	u_0	$2,1\,u_0$	$2,7\,u_0$	$3,13\,u_0$	$5,22\,u_0$	$12,08\,u_0$	U
u'	0	u'_0	$1,45\,u'_0$	$1,685\,u'_0$	$1,81\,u'_0$	$2,25\,u'_0$	$3,07\,u'_0$	U'
P(z)	0	1	0,95	0,91	0,88	0,736	0,406	P(α)
$\frac{dP(z)}{dt}$	$\frac{2,7183}{\theta}$	0	$-\frac{0,247}{\theta}$	$-\frac{0,303}{\theta}$	$-\frac{0,3275}{\theta}$	$-\frac{0,368}{\theta}$	$-\frac{0,271}{\theta}$	$\frac{1-Z}{Z}\frac{P(\alpha)}{\theta}$
$\frac{dP(z)}{du}$	$+\infty$	0	$-\frac{0,067}{u_0}$	$-\frac{0,0709}{u_0}$	$-\frac{0,0712}{u_0}$	$-\frac{0,064}{u_0}$	$-\frac{0,035}{u_0}$	$\frac{1-Z}{Z}\frac{P(\alpha)}{U\Theta(\alpha)}$

» Il est généralement admis de prendre pour le coefficient α la valeur définie par l'équation (2). Mais il est plus conforme à la théorie comme à l'expérience de remplacer dans cette formule la masse m du projectile par $m + \frac{\mu}{2}$, μ étant la masse de la charge de poudre.

» A titre d'exemple, je donne ci-dessous une application de la méthode à des expériences exécutées en Russie par M. Zaboudski, sur un canon de

(1) Point d'inflexion de la courbe des pressions en fonction des espaces.
(2) Point d'inflexion de la courbe des pressions en fonction des temps.
(3) A la bouche de la pièce.

42 lignes ($10^{cm},5$), avec des projectiles de divers poids et des poudres de diverses natures.

Poids de la charge	$1^{kg},895$	$1^{kg},657$	$1^{kg},417$	$1^{kg},895$	$1^{kg},895$	$2^{kg},350$	$2^{kg},650$	$2^{kg},186$	$1^{kg},704$
Poids des projectiles	$16^{kg},300$	$16^{kg},300$	$16^{kg},300$	$14^{kg},350$	$12^{kg},500$	$16^{kg},300$	$16^{kg},300$	$16^{kg},600$	$16^{kg},300$
Vitesse initiale	547^{m}	505^{m}	456^{m}	568^{m}	597^{m}	598^{m}	598^{m}	562^{m}	562^{m}
Pression à la culasse	1722^{kg}	1390^{kg}	1045^{kg}	1536^{kg}	1389^{kg}	1794^{kg}	1716^{kg}	1731^{kg}	1764^{kg}
α	1,855	1,805	1,715	1,761	1,715	1,66	1,54	1,815	1,84
θ	$0^{s},00244$	$0^{s},00274$	$0^{s},00326$	$0^{s},00259$	$0^{s},00249$	$0^{s},00260$	$0^{s},00289$	$0^{s},00245$	$0^{s},00239$
Pression à la bouche (calculée)	314	318	272	372	361	505	566	365	378
Id. (observée)	323	343	311	313	318	»	»	331	328
Id. et compensée	309	274	261	315	336	504	570	364	363

» Dans ces exemples, le paramètre α a été calculé en tenant compte de la demi-masse de la charge, comme il est dit plus haut.

» Ainsi simplifiée, la méthode me semble susceptible d'applications pratiques; pour les faciliter, je donne ci-dessous des Tables sommaires des différentes fonctions du paramètre α entrant dans les formules et Tableaux qui précèdent : elles sont suffisantes pour traiter tous les cas où le phénomène se produit dans des conditions normales.

x.	Z.	P(z) ou P(x).	Θ(x).	Φ(x).	F(x).
1,2	2,30	0,627	0,915	0,141	0,394
1,3	2,63	0,515	0,766	0,108	0,357
1,4	2,92	0,427	0,667	0,087	0,333
1,5	3,18	0,360	0,593	0,074	0,319
1,6	3,40	0,308	0,540	0,065	0,311
1,7	3,62	0,264	0,497	0,058	0,303
1,8	3,83	0,227	0,460	0,053	0,296
1,9	4,03	0,195	0,427	0,048	0,290
2,0	4,23	0,168	0,398	0,044	0,285
2,1	4,42	0,145	0,374	0,041	0,281
2,2	4,60	0,126	0,353	0,039	0,278
2,3	4,78	0,109	0,335	0,037	0,276
2,4	4,95	0,095	0,319	0,035	0,275
2,5	5,11	0,084	0,306	0,033	0,274
2,6	5,27	0,074	0,293	0,031	0,273
2,7	5,43	0,065	0,281	0,030	0,272
2,8	5,59	0,057	0,270	0,029	0,271
2,9	5,75	0,050	0,259	0,027	0,270
3,0	5,80	0,044	0,250	0,026	8,269

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Imprégnation hypodermique chez l'*Hæmentaria costata *de Müller* (Placobdella catenigera *de R. Blanchard*). Note de M. A. **Kowalevsky**.

« Dans la séance du 8 mai 1899, j'ai fait à l'Académie une Communication sur l'*Hæmentaria costata* de Müller, dans laquelle je décrivais la manière étrange dont se fait la copulation ou imprégnation de ces Hirudinées ; mais alors, je ne connaissais de ce processus que les phénomènes extérieurs, sans aucun détail interne. En rentrant en Russie, au mois de juin, j'ai reçu de M. le professeur P. Melikoff plus de 400 *Hæmentaria,* qu'il a recueillies à mon intention, et j'ai eu ainsi l'occasion d'étudier de plus près cette forme curieuse. Je prie M. P. Melikoff d'accepter mes remercîments les plus cordiaux.

» Comme je l'ai dit dans ma première Note « les individus qui copulent collent les spermatophores aux orifices génitaux mâles ». En faisant des coupes longitudinales et transversales de la région où est attaché le spermatophore, j'ai remarqué que son extrémité antérieure traverse les parois du corps et pénètre dans la cavité cœlomique de la région clitellienne, immédiatement en arrière du *sac à spermatophore,* c'est-à-dire de l'organe de formation de ces éléments. Le sperme qui s'échappe du spermatophore pénètre ainsi dans la cavité cœlomique et se présente sous forme d'une masse floconneuse blanche, qui remplit tout l'espace entre le sac à spermatophore et la matrice.

» A mesure que la quantité de sperme dans le spermatophore diminue, elle augmente dans l'intérieur du corps, jusqu'à ce que tout le sperme y passe. Le spermatophore est alors vide et se détache. Il y a donc transport et emmagasinement de tout le sperme du spermatophore dans le cœlome de la région clitellienne.

» Cela établi, nous avons cherché à déterminer avec précision : 1° le point par où le spermatophore pénètre dans la cavité du corps; 2° le sort du sperme qui s'accumule dans cette région.

» Avant de répondre à la première question, il est nécessaire de dire quelques mots de la disposition de l'orifice génital mâle. D'après Ch. Robin ([1]), le sac à spermato-

([1]) Charles Robin, *Mémoires sur les spermatophores de quelques Hirudinées,* p. 16, *Pl. II, fig.* 9.

phore des Clepsines s'ouvre directement à l'intérieur. En réalité, ce sac débouche dans une petite poche qui le fait communiquer *indirectement* avec l'extérieur. Cette poche possède donc deux ouvertures : une interne, placée sur un petit mamelon (c'est l'orifice du sac à spermatophore de Robin); l'autre externe (c'est l'orifice génital mâle). Pendant que les spermatophores sont échangés, leurs extrémités antérieures sont introduites dans cette poche et, de là, en un point situé en arrière du mamelon sur lequel se trouve l'ouverture du sac à spermatophore, pénètrent dans l'intérieur du corps.

» Existe-t-il une ouverture permanente, ou la paroi du sac, représentée ici par une membrane extrêmement mince, est-elle perforée au moment de l'imprégnation? Je n'ai pas réussi à résoudre cette question, mais je penche plutôt vers la seconde hypothèse, qui est en accord avec des observations de Whitman (1) sur la *Clepsine plana;* notre Hirudinée présentait une autre forme du même type. A l'appui de cette manière de voir, notons que nous avons observé quelques cas, très rares pourtant, où les spermatophores étaient attachés directement à l'hypoderme.

» Ainsi, nous aurions ici un type de *hypodermic impregnation,* comme le décrit Whitman, avec cette particularité que l'endroit où l'hypoderme donne passage au sperme se trouve à l'intérieur de la poche génitale mâle.

» Il nous reste maintenant à parler du sort des spermatozoïdes qui sont parvenus dans le cœlome. Dès que le spermatophore est attaché, le sperme commence à s'écouler en un double courant et il s'accumule dans le cœlome en formant une masse blanche, limitée en avant par le sac à spermatophore, et en arrière par la matrice; le tronc nerveux avec le sixième ganglion de la chaîne nerveuse, ainsi que la portion subjacente du vaisseau ventral, sont entourés par les spermatozoïdes qui, n'étant plus comprimés comme dans le spermatophore et ayant perdu ainsi leur disposition régulière en paquets, occupent maintenant un espace beaucoup plus grand. Presque tous les compartiments de la cavité cœlomique de la région clitellienne sont remplis par les spermatozoïdes et aussi d'autres éléments provenant également du spermatophore; ce sont des cellules, pour la plupart binucléaires, qui semblent phagocyter les spermatozoïdes, car elles en contiennent plusieurs à leur intérieur. Ces deux sortes d'éléments du spermatophore passent donc dans le cœlome et, au début du moins, se trouvent les uns à côté des autres.

» Dès que le sperme commence à pénétrer dans le cœlome, les spermatozoïdes se dégagent de leurs associations en fuseaux et deviennent libres; il y a, par suite, augmentation considérable du volume occupé par eux dans le spermatophore. Libres, ils se dispersent dans le cœlome, circulent dans les canaux cœlomiques et vont se concentrer et s'agglomérer dans deux sortes d'organes : les organes phagocytaires, ou capsules néphridiennes, et la matrice. Les premiers absorbent les spermatozoïdes, de la façon dont nous avons montré qu'ils se comportent vis-à-vis de tous les corps étrangers qui pénètrent dans le cœlome (bactéries, poudres inertes). Peu de temps après l'imprégnation, on trouve les spermatozoïdes dans les canaux des appendices vibratiles, puis dans l'intérieur des capsules, et plus tard dans les cellules des capsules néphri-

(1) C. O. Whitman, *Spermatophores as a means of hypodermal impregnation* (*Journal of Morphology,* t. IV, p. 378 et suiv.; Boston).

diennes; au bout de trois jours, il sont digérés et l'on ne retrouve plus que des débris. Les quinze paires de capsules néphridiennes absorbent toutes les spermatozoïdes; mais j'en ai toujours trouvé un plus grand nombre dans les capsules néphridiennes antérieures. Mais, malgré le grand nombre (trente) de ces capsules, ce n'est pas là que se trouvent la majorité des spermatozoïdes; ils sont dans la matrice.

» L'aspect des coupes transversales et longitudinales de la matrice et du flocon cœlomique de sperme est des plus curieux. De l'amas spermatique se détachent des traînées de spermatozoïdes, qui s'insinuent peu à peu à travers les parois épaisses de la matrice et cherchent à pénétrer à l'intérieur; ces cordons de spermatozoïdes, qui viennent de la périphérie, convergent et se rencontrent en différents points des parois de la matrice, où ils forment des pelotons qui vont grossissant de plus en plus, de sorte que, à un moment donné (douze à quatorze heures après l'imprégnation), ces parois de la matrice sont parsemées d'amas blancs, arrondis, composés uniquement de spermatozoïdes. A mesure que ces amas grossissent, ils déterminent un amincissement des parois qui les entourent, qui, finalement, se perforent, et ils tombent dans la matrice. Elle reçoit ainsi des masses de spermatozoïdes qui, pour la plupart, restent contournés en pelotons; un petit nombre seulement se disperse sous forme de filaments libres. Les pelotons de spermatozoïdes et les filaments libres de la cavité de la matrice pénètrent dans les ovaires, où ils circulent, et sont charriés entre les ovules ou œufs mûrs. Les œufs, qui se trouvent dans les canaux ovariens, ne sont pas tout à fait libres; ils sont entourés, outre leur enveloppe propre, d'une couche de cellules qui présente sans doute une certaine résistance à la pénétration des spermatozoïdes. J'ai observé des *Hœmentaria*, avec des œufs presque complètement mûrs, qui étaient charriés d'un bout de l'ovaire à l'autre, comme des noix roulées dans un sac; au milieu d'eux, je trouvais des pelotons encore tout à fait complets de spermatozoïdes, des spermatozoïdes libres, ainsi que des traînées dans les parois de la matrice.

» En terminant cette Communication préliminaire, je crois utile d'ajouter que le mode d'imprégnation que je décris chez l'*Hœmentaria costata* peut être regardé comme un cas particulier du type de « hypodermical impregnation » de Whitman; on ne peut guère douter que chez la *Clepsine plana*, et sans doute aussi chez beaucoup d'autres Hirudinées, les spermatozoïdes ne pénètrent dans le cœlome et soient en plus ou moins grande quantité absorbés par les organes phagocytaires et digérés comme nous l'avons vu chez l'*Hœmentaria costata*.

» Il serait peut-être à mentionner ici que l'imprégnation est souvent suivie de stérilité et qu'un nombre comparativement minime d'individus *imprégnés* arrivent au développement complet des ovaires et au dépôt des œufs; au contraire, chez la majorité, les ovaires ne se développent pas du tout, ou, après avoir atteint une certaine maturité, tombent en dégénérescence et ne sont pas fécondés. Je crois avoir observé aussi que les pelotons de spermatozoïdes, arrivés dans la matrice, sont souvent rejetés au

dehors. Le passage des spermatozoïdes du cœlome dans les capsules néphridiennes et la matrice est complet en vingt-quatre à trente-six heures; plus tard, on ne trouve, dans la région où était le sperme, que les cellules polynucléaires (provenant également des spermatophores) qui disparaissent bientôt. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. G. **Croquevielle** soumet au jugement de l'Académie une Note « Sur certaines affections d'origine cryptogamique, connues sous les noms de *maladies paludéennes, contagieuses, épidémiques*, etc. ».

(Renvoi à la Section de Médecine et Chirurgie.)

M. E. **Sumien** adresse une Note « Sur la lutte contre le Phylloxera ».

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

CORRESPONDANCE.

L'**Association française pour l'avancement des Sciences** invite l'Académie à se faire représenter à son 28e Congrès qui se tiendra, à Boulogne-sur-Mer, du 14 au 21 septembre prochain.

L'Association française, répondant à l'invitation de l'Association britannique, se propose de lui rendre visite à Douvres, et elle recevra elle-même, quelques jours plus tard, les savants anglais. Enfin l'inauguration de la statue de Duchenne de Boulogne est fixée au 21 septembre.

M. le Dr F. **Le Double** prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats au prix Mège.

(Renvoi à la Commission.)

ASTRONOMIE. — *Sur la nébuleuse annulaire de la Lyre, d'après des observations faites à l'observatoire de Toulouse.* Note de MM. **Bourget**, **Montangerand** et **Baillaud**, présentée par M. Lœwy.

« Pendant une soirée consacrée à une visite publique de l'observatoire de Toulouse, le samedi 8 juillet, M. Baillaud ayant pointé le grand télescope ($0^m,83$ d'ouverture et 5^m environ de distance focale) sur la nébuleuse annulaire de la Lyre, qu'il avait examinée au même instrument, plusieurs fois chaque année (sauf peut-être en 1898), depuis 20 ans, remarqua immédiatement que l'étoile centrale qu'il n'avait jamais réussi à voir était nettement visible. La surprise lui fit oublier qu'il avait à côté de lui le mécanicien de l'observatoire, M. Carrère, doué d'une vue excellente, de sorte que M. Carrère était averti quand il examina à son tour la nébuleuse. M. Carrère déclara voir l'étoile de la façon la plus nette et d'une manière continue. L'astre fut examiné successivement par diverses personnes, notamment par M. Rossard, assistant à l'observatoire, et finalement par M. Rayet, directeur de l'observatoire de Bordeaux, qui se trouvait à cette date à l'observatoire de Toulouse. Les divers observateurs s'accordèrent pour constater, à des degrés divers, la visibilité de l'étoile centrale, et, sans conteste, le changement de la teinte de la partie centrale de la nébuleuse, laquelle, pendant de longues années depuis 1879, s'était montrée au grand télescope de Toulouse aussi obscure, en quelque sorte, que le fond du ciel autour de l'anneau, et offrait aujourd'hui une teinte grisâtre, manifestant une diffusion de la matière nébuleuse dans l'intérieur de l'anneau ou, tout au moins, pour ne faire aucune hypothèse, une augmentation sensible de la visibilité de cette région.

» Sur l'invitation de M. Baillaud, MM. H. Bourget, chargé du grand télescope, Montangerand, chargé de l'équatorial photographique, obtinrent dans la première belle nuit, le 10 juillet 1899, des clichés à poses longues dont l'objet était la comparaison aux clichés obtenus à Toulouse en 1890 par M. Montangerand.

» Nous avons l'honneur de présenter à l'Académie des positifs agrandis de ces clichés. Les plus petits sont agrandis 8 fois $\frac{1}{2}$; pour les plus grands, on aurait voulu un agrandissement de $8,5^2$, de même format que l'épreuve du cliché à pose de neuf heures présentée à l'Académie en 1890. Les res-

sources dont dispose le photographe, M. Lassalle, qui a bien voulu nous prêter son concours, et le peu de temps qui lui a été departi, cet artiste ayant été absent de Toulouse du 10 au 19 juillet, ne lui ont pas permis d'obtenir de bonnes épreuves avec un grossissement aussi fort. M. Baillaud a pu profiter, le 18 juillet, vers minuit, au moment du coucher de la Lune, de conditions atmosphériques exceptionnelles pour examiner de nouveau la nébuleuse, avec M. Bourget et son assistant M. Caubet. La visibilité de l'étoile centrale a été confirmée par une estimation géométrique de sa position légèrement excentrique dans l'intérieur de l'anneau, estimation qui, le lendemain, a été confirmée d'une manière absolue par l'examen des clichés photographiques. Tous les oculaires du micromètre à étoiles doubles du grand télescope ont été essayés; tous ont donné de bonnes images; en définitive, la visibilité de l'étoile a été la même avec tous ces oculaires, un léger avantage paraissant rester au plus fort des oculaires à deux lentilles.

» M. Montangerand a bien voulu comparer avec le plus grand soin, M. Bourget étant empêché, les épreuves de M. Lassalle, les clichés euxmêmes, les divers clichés de 1890. Il a constaté :

» 1° Que quelques étoiles faibles existent incontestablement dans le vide central de l'anneau;

» 2° Il existe quelques points brillants sur l'anneau même;

» 3° L'étoile centrale apparaît plus nette sur les clichés et les épreuves qu'en 1890; sur les clichés nouveaux, elle a très sensiblement l'aspect d'une étoile proprement dite;

» 4° La partie vide centrale de la nébuleuse paraît plus brillante qu'en 1890;

» 5° La forme du bord extérieur sud de l'anneau n'est plus continûment courbée comme en 1890; ce bord paraît formé de deux tronçons presque rectilignes, se coupant sous un angle voisin de 120°. A l'extrémité ouest du tronçon austral se distingue une éminence, bien plus visible qu'en 1890, comme un jet de matière qui s'échapperait de l'anneau.

» Un dessin schématique joint aux six épreuves annexées à la présente Communication montre la position des étoiles dont l'examen des clichés permet de constater l'existence.

» Cette étude sera poursuivie dès que les circonstances le permettront. Il s'est produit incontestablement des changements d'éclat très sensibles dans la nébuleuse depuis vingt ans. Il serait sans doute intéressant de com-

parer nos épreuves à celles communiquées, il y a dix-huit mois, à l'Académie, par l'observatoire de Meudon, avec un télescope de plus grande ouverture que le nôtre et de plus court foyer. »

ASTRONOMIE. — *Observations de* β *Lyre, faites à l'observatoire de Lyon.* Note de M. M. Luizet, présentée par M. Lœwy.

« Cette étoile a été observée à l'œil nu par la *méthode des degrés*. Les étoiles auxquelles elle a été comparée sont :

	L.	Potsdam.		L.	Potsdam.
	deg	gr		deg	gr
γ Lyre.........	14,0	3,56	ο Hercule......	5,5	4,08
μ Hercule......	11,4	3,64	ζ Lyre.........	2,5	»
ξ Hercule......	7,9	3,96	κ Lyre.........	0,0	4,53

» L est la valeur moyenne en degrés obtenue pour chaque étoile de comparaison ; en regard de cette valeur, on a mis la grandeur donnée par le catalogue photométrique de Potsdam.

» 104 observations ont été faites entre le 7 avril et le 26 décembre 1898. Elles sont toutes contenues dans le Tableau suivant (¹) :

Mois	Jour	Heure T. M. Paris (h m)	L. (deg)	R.
IV.	7	11.30	12,2	1
	8	10.55	7,4	1
	13	11. 8	10,4	
	20	10.30	8,6	
	23	11. 9	7,2	
	30	11.20	8,7	3
V.	6	10.20	8,9	1
	23	9.47	7,2	
	26	9. 8	10,2	
VI.	3	9. 5	9,4	1
	4	10. 0	11,4	1
	7	9.50	6,4	
	15	9.10	12,2	

Mois	Jour	Heure T. M. Paris (h m)	L. (deg)	R.
VI.	17	9. 2	8,9	
	18	9.10	5,5	
	19	9.15	2,5	
	20	9. 5	4,9	
	21	9.25	10,9	
	23	9. 5	11,7	
	29	9.35	10,2	1
VII.	1	9. 0	5,7	1
		11.33	4,4	
	3	9.45	6,7	1
	5	9.24	10,4	
	6	9.30	10,2	
	7	9. 5	8,3	

Mois	Jour	Heure T. M. Paris (h m)	L. (deg)	R.
VII.	8	9.55	6,0	
	9	9. 5	7,2	
	14	10.15	3,5	
	15	9. 5	3,2	
		11.35	2,7	
	16	9.10	8,9	
	18	9.10	12,2	
	21	9. 8	7,0	
	22	9.15	6,5	
	23	9.10	9,9	
		11.55	9,4	
	24	10. 0	9,9	
	25	9. 0	11,7	

Mois	Jour	Heure T. M. Paris (h m)	L. (deg)	R.
VII.	25	9.10	12,2	
		11.40	10,2	
	26	9. 7	9,4	1
	27	9.30	4,5	1
	28	10.45	2,5	1
	30	9.15	10,6	1
		11.10	11,7	1
VIII.	1	9.15	11,2	1
	4	9.30	8,4	1,2
		11.25	9,4	1
	5	11.10	9,4	1
	6	12.30	12,5	1
	10	10.47	4,2	

(¹) Dans la colonne R (Remarques), 1 signifie *lune;* 2, nuages; 3, douteux, brumes.

Mois, jour et heure. T. M. Paris.			L.	R.
		h m	deg	
VIII.	11	10.41	9,7	
	12	10.55	12,2	
		11.45	12,2	
	13	10.38	10,7	
	16	10.25	5,2	
	17	10.52	6,7	
	18	10.45	9,9	
	19	9.40	9,9	
	20	10.28	9,4	
	22	8,57	1,7	
		11.35	2,0	
	23	9.32	2,8	
	26	10.15	13,2	1
VIII.	29	8.57	6,5	1
	30	9.20	9,6	1
	31	9.15	10,7	1
IX.	5	9.45	4,3	
		11,45	5,5	
	6	8. 5	7,9	
		11.50	9,4	
	7	8.15	13,2	
		12.22	12,5	
	9	10. 8	10,9	
	12	9. 4	7,4	
	13	8.50	9,2	
	14	8.35	9,2	
IX.	19	8.37	8,7	
	20	8. 2	10,9	
	21	8.15	9,6	
	28	10. 3	11,8	1,3
	29	8.35	8,4	1
X.	10	8.41	10,2	
	12	8.30	5,0	2
	20	8.30	6,2	
	26	8.35	3,5	
XI.	2	8.15	6,7	
	3	5.58	8,4	
	10	6. 5	9,5	3
	14	8.10	6,0	3
XII.	5	5.25	4,7	
		5.55	5,0	
	6	5.20	9,2	
	8	5.15	12,4	
	10	5.30	7,6	
	11	6.30	7,9	
	16	5.25	4,5	
	17	5.20	1,8	2
	20	5.28	12,4	
	22	5.23	9,7	3
	23	5.35	7,5	3
	24	5.25	8,7	
	26	5.25	10,5	3

» On a tiré de ces observations l'époque normale suivante se rapportant à un minimum principal :

1898 Août 22 $20^h46^m \pm 0^h49^m$.

» Ce minimum a eu lieu environ 13^h34^m *après* le moment indiqué par l'éphéméride publiée dans l'*Annuaire du Bureau des Longitudes pour* 1898.

» Les éléments de Schur :

$$1855 \text{ Janv. } 6,631 \text{ (T.M. Paris)} + 12,907913\,E + 0,000003657\,E^2 - 0,000000000014\,E^3,$$

qui ont servi à calculer cette éphéméride, ne satisfont donc pas aux observations actuelles.

» Il n'en est pas de même de ceux qui ont été donnés par M. Pannekœk (¹) :

$$1855 \text{ Janv. } 6,610 \text{ (T.M. Paris)} + 12,908009\,E + 0,000003855\,E^2 - 0,000000000047\,E^3.$$

» En effet, d'après ces éléments, le minimum du 22 août 1898, qui correspond à l'époque $E = 1234$, doit avoir lieu à 21^h0^m et cette heure ne diffère de celle déduite de mes observations que d'une quantité bien inférieure à l'erreur probable dont elle est affectée.

» D'autre part, la courbe de lumière tracée à l'aide des 104 observa-

(¹) Pannekœk, *Untersuchungen über den Lichtwechsel von β Lyræ.*

tions contenues dans le Tableau ci-dessus, en prenant pour origine les minima calculés d'après les éléments de M. Pannekœk, montre que :

» 1° L'intervalle en temps entre le minimum principal m_1 et le 1[er] maximum M_1 est :

$$M_1 - m_1 = 3^j 6^h 14^m;$$

entre m_1 et le minimum secondaire m_2 :

$$m_2 - m_1 = 6^j 11^h 46^m.$$

et entre m_1 et le 2[e] maximum M_2 :

$$M_2 - m_1 = 9^j 20^h 10^m.$$

» 2°	L'éclat au	minimum m_1 correspond à	.....	L =	2,20 deg
	»	1[er] maximum M_1	»	L =	11,71
	»	2[e] minimum m_2	»	L =	6,25
	»	2[e] maximum M_2	»	L =	11,07

ASTRONOMIE. — *Sur l'étoile variable du type Algol* (DM. +12°, 3557). Note de M. **Luizet**, présentée par M. Lœwy.

« La variabilité de cette étoile a été annoncée par M. Sawyer, en 1898, dans *The Astronomical Journal*, n° 447, et dans le n° 450, il donne les éléments provisoires suivants :

Minimum 1898 octobre 3, 54 (T. M. Gr.) + 0^j,89 E.

» Depuis le 1[er] mai 1899, je l'observe régulièrement à l'observatoire de Lyon à l'aide d'une jumelle de grossissement 5.

» Les étoiles auxquelles elle est comparée sont :

			L.	Sawyer.	Potsdam.
			deg	gr	gr
(1855,0) DM. +10°,3532	α = 18h 23m 7s,1	δ = +10°.23',3	11,1	»	7,12
+13,3658	18.22.48,1	+13.46,0	7,9	7,27	7,12
+13,3677	18.25.30,3	+13.37,8	6,2	7,47	7,36
+12,3598	18.29.54,8	+12.52,8	5,3	7,58	7,48
+12,3546	18.22.47,6	+12.21,8	0,0	»	»

» Cette étoile variable est du type *Algol*, et, d'après les 117 mesures que j'ai pu faire jusqu'à ce jour (19 juillet), son éclat est constant pendant $17^h 28^m$; il diminue pendant $1^h 58^m$ et augmente pendant $1^h 55^m$; la durée de sa variation est donc de $3^h 53^m$ environ.

» Le maximum d'éclat correspond à $L = 8^{deg},4$ de l'échelle de lumière ci-dessus, et le minimum à $L = 2^{deg},2$.

» Enfin, la durée de la période indiquée provisoirement par M. Sawyer est un peu forte : je la trouve égale à $0^{j},8893$, au lieu de $0^{j},89$.

» D'après ces observations, les éléments de cette étoile variable seraient donc :

Minimum 1898 octobre 3, $13^{h}10^{m}$ (T. M. Paris) $+ 21^{h}20^{m},5$ E.

» La courbe de lumière sera donnée ultérieurement lorsque l'on disposera de toutes les observations correspondant à la période actuelle de sa visibilité. »

ASTRONOMIE. — *Sur les méthodes de M. Lœwy pour la détermination des latitudes*. Note de MM. **W. Ebert** et **J. Perchot**, présentée par M. Lœwy.

« M. Lœwy a appelé précédemment l'attention des astronomes sur l'importance des observations d'étoiles voisines du pôle pour la mesure des latitudes. Il a indiqué plusieurs méthodes à cet effet. Nous avons déjà appliqué, en collaboration avec M. Renan, celle qui consiste à observer une même étoile dans deux positions symétriques par rapport au premier cercle horaire (*Comptes rendus* du 5 décembre 1898).

» Les difficultés que nous avons rencontrées dans ce travail provenaient principalement des variations de l'état du ciel et du petit nombre des étoiles qui, au commencement de la soirée, se trouvaient à une distance du premier cercle horaire égale à la moitié de l'intervalle choisi entre les deux observations. En cherchant à nous affranchir de ces deux inconvénients, nous avons été conduits à reprendre une idée très ingénieuse de M. Lœwy. Nous avons retrouvé, par des calculs différents, une formule déjà obtenue par lui et avec laquelle on peut, en introduisant les données de la pendule, déduire la collimation polaire des deux observations d'une étoile très voisine du pôle, sans s'astreindre à la symétrie par rapport au premier cercle horaire. C'est l'objet de la présente Note.

» Nous employons les mêmes notations que dans nos précédentes Communications sur les méthodes de M. Lœwy, le même système de coordonnées, et nous désignons, en outre, par τ' et τ'' les angles horaires de l'étoile aux moments des deux observations.

» Nous avons ainsi :

Pour la première observation... $\Delta' = n' + \rho' \sin\tau'$, $\quad P' = \lambda' + \rho' \cos\tau'$,
Pour la seconde observation... $\Delta'' = n'' + \rho'' \sin\tau''$, $\quad P'' = \lambda'' + \rho'' \cos\tau''$.

Nous en tirons

$$\Delta'' - \Delta' = n'' - n' + \rho(\sin\tau'' - \sin\tau'),$$
$$P'' + P' = \lambda'' + \lambda' + \rho(\cos\tau'' + \cos\tau').$$

Et en posant

$$\frac{\tau'' + \tau'}{2} = s, \qquad \frac{\tau'' - \tau'}{2} = d, \qquad n'' - n' = dn, \qquad \frac{\lambda'' + \lambda'}{2} = \lambda,$$

nous trouvons

$$\Delta'' - \Delta' = dn + 2\rho \sin d \cos s,$$
$$P'' + P' = 2\lambda + 2\rho \cos d \cos s.$$

» Nous éliminons $2\rho \cos s$ et nous avons :

$$\lambda = \frac{P'' + P'}{2} - \frac{\Delta'' - \Delta'}{2} \cot d + \frac{dn}{2} \cot d.$$

» Les coordonnées P', P'', Δ', Δ'' sont données directement par les deux observations; dn, variation de l'n de Bessel pendant l'intervalle, est déterminée par les mires et le nadir; d, demi-différence des heures sidérales, est indiquée par la pendule.

» La formule précédente fait donc connaître λ, collimation polaire correspondant au nadir moyen.

» Cherchons successivement l'influence, sur λ, des erreurs commises sur d et sur les coordonnées Δ', Δ'', P', P''.

» Nous avons, en ne considérant que les termes principaux,

$$\delta_1 \lambda = \frac{\Delta'' - \Delta'}{2} \frac{1}{\sin^2 d} \delta d.$$

» En supposant la distance polaire de l'étoile inférieure à 20', l'intervalle de deux observations au moins égal à quatre heures, et une erreur de cinq secondes sur la différence des temps sidéraux, la valeur de $\delta_1 \lambda$ est encore moindre qu'une seconde.

» D'autre part, à une erreur probable ε sur chacun des P et des Δ, correspond sur λ l'erreur

$$\delta_2 \lambda = \frac{\varepsilon}{2} \sqrt{2 + 2\cot^2 d} = \frac{\varepsilon}{\sqrt{2}} \frac{1}{\sin d}.$$

Pour un intervalle de quatre heures.......... $\delta_2 \lambda = \varepsilon\sqrt{2}$
Pour un intervalle de six heures............. $\delta_2 \lambda = \varepsilon$

» L'erreur provenant du terme en dn, qui résulte des variations instrumentales est, elle aussi, sensiblement atténuée quand on observe à six heures d'intervalle.

» Enfin, pour diminuer l'importance des erreurs commises sur les pas de vis micrométriques en ascension droite et en déclinaison, on doit faire en sorte que les moyennes des P et des Δ pour les premières observations et pour les secondes soient aussi petites que possible. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Les variations de l'horizon apparent.* Note de M. **F.-A. Forel.**

« Dans le cours d'études sur les réfractions et mirages à la surface du Léman (voir *Comptes rendus*, 20 juillet 1896) j'ai recueilli un bon nombre d'observations sur le déplacement de l'horizon apparent par rapport à l'horizon vrai. Vu l'intérêt pratique de mes résultats qui complètent heureusement ceux du professeur E. Kayser, de Dantzig, et du lieutenant K. Koss, de la *Pola*, je crois devoir communiquer les conclusions auxquelles je suis arrivé.

» Mes observations ont été faites à Morges, dans un laboratoire au bord du lac, où je dispose d'une vue libre sur un horizon de 16^{km} de longueur; une bonne lunette astronomique, établie sur un pilier de maçonnerie, est à 2^m ou 3^m au-dessus de la nappe du lac, suivant la saison; le cercle de l'horizon normal est donc distant de 5^{km} à 6^{km} de ma station. Je détermine la position de l'*horizon vrai* (tangente géométrique) par des visées d'une cime de montagne (visée directe et visée sur un horizon artificiel); je n'ai à y apporter que la correction de la dépression de l'horizon résultant de la hauteur de mon œil au-dessus du lac, pour apprécier la différence angulaire entre l'*horizon apparent* de chaque observation et l'horizon vrai. L'horizon apparent, ha, est tantôt plus élevé, tantôt moins élevé que l'horizon vrai, hv. Les 607 observations valables dont je dispose, du 25 octobre 1898 au 30 juin 1899, m'ont donné pour $ha - hv$ les valeurs extrêmes $+501''$ et $-272''$, représentant une variation totale de $773''$, soit de près de $13'$ de degré.

» Les différents facteurs qui font varier la position relative de l'horizon apparent sont : la température de l'air, celle de l'eau, l'humidité de l'air, l'agitation de l'air, la direction et la qualité du vent, la pression atmosphérique. Le plus important est certainement la température entre l'air et l'eau ; je mesure la première, ta, dans la couche d'air qui baigne ma lunette, la seconde, te, dans le lac au rivage, à quelques mètres de mon laboratoire.

» J'ordonne en fonction de *ta — te* mes observations et j'en tire les moyennes du Tableau suivant :

ta — te.	Nombre d'observations.	Valeurs de *ha — hv* extrêmes.	Valeurs de *ha — hv* moyennes.
—9°,0 à —8°,1	7	—262″ à —115″	—207″
—8,0 —7,1	5	—261 — 13	—104
—7,0 —6,1	8	—217 — 93	—164
—6,0 —5,1	14	—204 —113	—153
—5,0 —4,1	32	—147 + 13	— 94
—4,0 —3,1	20	—145 + 25	— 70
—3,0 —2,1	37	—175 +154	— 59
—2,0 —1,1	36	—134 + 74	— 35
—1,0 0,0	48	—290 +143	+ 3
0,0 +1,0	54	—133 +275	+ 56
+1,1 +2,0	56	— 82 +283	+ 79
+2,1 +3,0	56	— 15 +486	+121
+3,1 +4,0	30	— 5 +463	+162
+4,1 +5,0	17	— 6 +360	+146
+5,1 +6,0	17	— 10 +402	+189
+6,1 +7,0	11	+162 +501	+256
+7,1 à +8,0	11	+185 à +489	+330

» Les écarts considérables, en dehors des moyennes, montrent que les facteurs autres que la différence de température entre l'air et l'eau interviennent pour causer ces réfractions de rayon tangent. Je ne suis pas encore arrivé à les démêler d'une manière pratique. Mais, en attendant, je crois devoir indiquer la correction moyenne à apporter aux lectures angulaires qui prennent pour base l'horizon marin apparent; ces corrections diminueront de moitié au moins l'erreur possible de ces observations :

ta — te.	*ha — hv.*	*ta — te.*	*ha — hv.*
—6°,5	—3	+0°,5	+0,5
—5,5	—2,5	+1,5	+1
—4,5	—2	+2,5	+1,5
—3,5	—1,5	+3,5	+2
—2,5	—1	+4,5	+2,5
—1,5	—0,5	+5,5	+3
—0,5	—0,25		

» Je puis, en outre, donner quelques règles pratiques sur l'incertitude de telles observations :

» 1° L'erreur possible sur la position de l'horizon vrai, déduite de l'ob-

servation de l'horizon apparent, est plus grande quand l'air est calme que quand il est agité;

» 2° L'erreur possible est plus forte quand la valeur *ta* — *te* est positive (quand l'air est plus chaud que l'eau) que quand elle est négative;

» 3° Les observations sont le plus incertaines quand le temps est calme et l'air plus chaud que l'eau. Par conséquent, les observations de la matinée sont meilleures que celles de l'après-midi. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations de Pfaff.* Note de M. **E.-O. Lovett**, présentée par M. Darboux.

« A propos de la Note de M. Guldberg, *Sur les équations aux différentielles totales linéaires,* présentée par M. Picard à l'Académie le 26 décembre 1898, on trouve que la proposition de M. Guldberg, concernant les solutions singulières des équations de Pfaff non intégrables, peut être remplacée par le théorème plus général suivant :

» *Une équation aux différentielles totales linéaires* (*équation de Pfaff, intégrable ou non intégrable*)

$$(1)\qquad \sum_{i=1}^{i=n} P_i(x_1, x_2, \ldots, x_n)\, dx_i = 0$$

peut admettre des intégrales singulières $\varphi(x_1, x_2, \ldots, x_n) = 0$, *dont la détermination se fait* sans *intégration.*

» En effet, soit

$$(2)\qquad Uf \equiv \sum_{i=1}^{i=n} \xi_i(x_1, x_2, \ldots, x_n) \frac{\partial}{\partial x_i} f(x_1, x_2, \ldots, x_n),$$

une transformation ponctuelle infinitésimale que l'équation (1) admet; les conditions pour que cette invariance ait lieu sont exprimées par les équations

$$(3)\qquad \left\{\begin{aligned} &\frac{\sum_{i=1}^{i=n}\left(\xi_i \frac{\partial P_1}{\partial x_i} + P_i \frac{\partial \xi_i}{\partial x_1}\right)}{P_1} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n}\left(\xi_i \frac{\partial P_2}{\partial x_i} + P_i \frac{\partial \xi_i}{\partial x_2}\right)}{P_2} = \ldots \\ &\qquad = \frac{\sum_{i=1}^{i=n}\left(\xi_i \frac{\partial P_n}{\partial x_i} + P_i \frac{\partial \xi_i}{\partial x_n}\right)}{P_n}. \end{aligned}\right.$$

» Donc, par une extension simple aux équations de Pfaff de la méthode de Sophus Lie ([1]) pour l'intégration des équations différentielles ordinaires du premier ordre, on voit que

$$(4) \qquad \sum_{i=1}^{i=n} P_i \xi_i = 0$$

est une intégrale singulière de l'équation (1), car les trajectoires de la transformation infinitésimale (2) se déterminent par l'intégration du système simultané

$$(5) \qquad \frac{dx_1}{\xi_1} = \frac{dx_2}{\xi_2} = \ldots = \frac{dx_n}{\xi_n} = dt.$$

» Ce résultat fournit, en même temps, la généralisation pour une équation de Pfaff quelconque, intégrable ou non intégrable, d'un théorème donné par M. Page ([2]) pour les équations différentielles ordinaires du premier ordre.

» Pour faciliter les calculs dans l'application de cette méthode, il est quelquefois préférable de se servir du système des équations aux dérivées partielles :

$$(6) \qquad \frac{P_1}{p_1} = \frac{P_2}{p_2} = \ldots = \frac{P_n}{p_n},$$

équivalent à l'équation (1), et, au lieu du critérium (3), du critérium de Lie pour l'invariance d'un système (complet ou incomplet) :

$$(7) \qquad V_j f \equiv \sum_{i=1}^{i=n} X_{j,i}(x_1, x_2, \ldots, x_n) \frac{\partial f}{\partial x_i} = 0, \quad j = 1, \ \ldots r,$$

relativement à la transformation infinitésimale (2), savoir

$$(8) \qquad (U, V_j) \equiv j \sum \rho_j(x_1, x_2, \ldots, x_n) V_j f.$$

» *Exemples.* — Les équations de Pfaff

$$(9) \qquad (y + y^2 x - yz)\,dx + (x + x^2 y - xz)\,dy - dz = 0,$$

$$(10) \qquad (y - y^2 x + yz)\,dx + (x + x^2 y - xz)\,dy - dz = 0,$$

([1]) *Vorlesungen über Differentialgleichungen,* Leipzig, 1891.

([2]) *American Journal of Mathematics,* 1896.

admettent l'une et l'autre la transformation infinitésimale

$$\mathrm{U}f \equiv (z - xy)\frac{\partial f}{\partial z},$$

comme on le vérifie facilement au moyen des critériums (3) ou (8); par conséquent, toutes les deux ont l'intégrale singulière

$$z - xy = 0.$$

» L'équation (9) est intégrable; la méthode de M. Guldberg n'est donc pas applicable à cet exemple; d'après la théorie de Lie la fonction

$$(z - xy)^{-1}$$

est un multiplicateur de l'équation; on trouve ainsi l'intégrale générale

$$xy + \log(xy - z). \text{ »}$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les cols des équations différentielles.* Note de M. **Henri Dulac**, présentée par M. Appell.

« On sait qu'une équation différentielle du premier ordre peut, en général, dans le voisinage d'un point singulier, se mettre sous la forme

$$(1) \qquad (x + \ldots)dy = dx(-\lambda y + \ldots).$$

» Les coefficients de dy et de dx sont des fonctions holomorphes de x et de y dans le voisinage de $x = y = 0$; les termes non écrits sont de degré supérieur au premier.

» Dans le cas où λ n'est pas un nombre réel positif, M. Poincaré a donné la forme de l'intégrale générale de cette équation. Il résulte de cette forme que l'équation admet une infinité d'intégrales pour lesquelles x et y tendent simultanément vers zéro. Ce résultat a été obtenu d'une autre façon par M. Picard. Le cas où λ est *positif* échappe à ces recherches. On peut se demander si, dans ce cas, lorsque x et y varient dans le champ complexe, il existe une infinité d'intégrales allant passer par l'origine. La plupart des auteurs penchaient vers la négative [1]. J'ai pu montrer, au moins

---

[1] Voir Picard, *Traité d'Analyse*, t. III, p. 30. Plus loin, M. Picard démontre que dans le champ réel il n'y a que deux intégrales passant par l'origine.

pour le cas ou λ est *commensurable*, qu'il y a *une infinité d'intégrales allant passer par l'origine*.

» Supposons λ positif. Il est toujours possible et il sera commode pour certains raisonnements de mettre l'équation sous la forme

$$(2) \qquad x\,dy + y\,dx[\lambda + xy(1+\ldots)] = 0.$$

» En cherchant l'intégrale générale de cette équation on obtient

$$(3) \qquad yx^{\lambda}(1 + y\varphi_1 + y^2\varphi_2 + y^3\varphi_3 + \ldots) = \text{const.},$$

où les φ sont des fonctions de x. L'argument de x étant θ et son module ρ, cette série sera convergente, si

$$|\theta\rho| < k \quad \text{et} \quad |y| < \varepsilon;$$

k peut être pris arbitrairement; ε dépend de la valeur de k.

» Ce développement permet de montrer que l'intégrale dont les valeurs initiales sont x_0, y_0, prend, pour une valeur de x, une valeur y très petite, si y_0 est suffisamment petit.

» On peut aussi montrer que, si x ne tend pas vers zéro, suivant un chemin tel que $|\rho\theta|$ croisse indéfiniment, il n'y a pas d'intégrales pour lesquelles x et y tendent simultanément vers zéro. Cette conclusion peut encore se déduire de la remarque faite par M. Picard que, si x tend vers l'origine suivant un chemin de longueur finie, il n'y a pas d'autre intégrale que $y = 0$.

» Il suit de là que, pour toute intégrale différente de $y = 0$ et passant par l'origine, le produit du module par l'argument de chacune des variables x et y devra croître indéfiniment. De pareilles intégrales existent. Pour le voir, il suffit de considérer l'équation

$$x\,dy(2 - xy) + y\,dx(2 + xy) = 0,$$

dont l'intégrale générale est donnée par

$$x = \frac{e^{i\omega}}{\sqrt{i\omega + c}}, \qquad y = \frac{e^{-i\omega}}{\sqrt{i\omega + c}}.$$

» On doit remarquer que la condition donnée est relative au cas où les variables ont été choisies de telle façon que l'équation prenne la forme (2). Si les variables n'étaient pas telles que $x = 0$ et $y = 0$ soient deux courbes

intégrales, elles pourraient, dans certains cas, tendre toutes les deux vers zéro, sans que leur argument augmentât indéfiniment.

» On peut, dans l'étude de l'équation (2), distinguer trois cas :

» 1° λ *est commensurable,* mais des conditions, en nombre *infini*, permettant de mettre les φ de l'intégrale (3) sous la forme de polynomes en x *ne sont pas remplies*. Les φ sont des polynomes en x et $\log x$. La série formée par les termes qui ne contiennent pas $\log x$ peut être divergente. Si elle est convergente, on peut donner une forme de l'intégrale générale de l'équation, valable quels que soient x et y, supposés suffisamment petits. Dans tous les cas, on peut démontrer qu'il existe toujours *une infinité* d'intégrales passant par l'origine. Si ω et θ sont les arguments de y et de x, la somme $\omega + \lambda\theta$ tend, pour ces intégrales, vers une limite finie.

» L'étude faite par M. Poincaré (*Journal de Mathématiques;* 1885) d'un foyer d'une espèce particulière montrait que, si λ est égal à *un*, il peut y avoir, dans certains cas, une infinité d'intégrales passant par l'origine.

» 2° λ *est commensurable* et les conditions dont il a été parlé *sont remplies*. Les φ sont alors des polynomes en x et, en partant de la condition de convergence donnée, on montre que la série (3) converge pour x et y suffisamment petits. Il ne passe par l'origine que les intégrales $x = 0$, $y = 0$.

» 3° λ *est incommensurable*. Les φ sont des polynomes en x et x^λ. On peut trouver un développement de la forme (3) satisfaisant formellement à l'équation, les φ étant des polynomes en x seulement; mais ce développement peut être divergent. Dans les cas où il est convergent, il est bien évident qu'il n'y a que deux courbes intégrales $x = 0$ et $y = 0$, passant par l'origine. Il paraît vraisemblable qu'il en est toujours de même.

» Considérons maintenant le cas *où* λ *est nul* dans l'équation (1).

» Cette équation peut alors toujours se mettre sous la forme

$$(x + \ldots)\,dy + y^{m+1}\,dx = 0.$$

» Si l'on cherche à y satisfaire par un développement

$$x = ay^2 + by^3 + \ldots$$

on obtient une série qui peut être convergente. Dans ce cas, l'équation admet, outre $y = 0$, une seconde intégrale pour laquelle l'origine n'est pas un point transcendant.

» En posant $y = tx$, on met facilement en évidence une infinité d'intégrales passant par l'origine. Pour ces intégrales, si φ est l'argument de y,

$\cos m\varphi$ tend vers o. Par une méthode différente, on peut démontrer qu'on obtient une infinité d'intégrales transcendantes $x = f(y)$ tendant vers o, en faisant tendre y vers l'origine de telle manière que $\cos m\varphi$ soit positif. Ce résultat avait été mis en évidence par Briot et Bouquet, dans le cas particulier où l'équation admet la seconde intégrale algébroïde, dont il a été parlé. Le cas général n'est pas réductible à ce cas particulier par les procédés qu'ont donnés Briot et Bouquet. »

PHYSIQUE. — *Sur les changements d'état du fer et de l'acier.* Note de M. **H. Le Chatelier.**

« La découverte par Gorre et Barrett de la récalescence de l'acier, la découverte par M. Osmond des deux transformations du fer ont été le point de départ d'un nombre considérable de travaux. Mais bien des obscurités subsistent encore; l'emploi systématique d'échauffements ou de refroidissements très rapides a eu pour effet d'exagérer l'importance des retards aux transformations. Il est fort difficile alors de distinguer ce qui appartient, soit au phénomène réversible lui-même, soit aux résistances passives antagonistes.

» Je me suis proposé d'étudier ces transformations au moyen de mesures de dilatation, faites à température, sinon tout à fait stationnaire, au moins ne variant que très lentement.

» 1. *Point de récalescence de l'acier.* — Cette transformation, la mieux connue des trois, correspond à un point *eutectique* tout à fait semblable au point de solidification minimum des mélanges de glace et de sel; il se forme, par refroidissement, des lamelles alternantes de cémentite et de ferrite, c'est-à-dire du carbure Fe^3C et du fer pur, aux dépens d'une solution solide de ces deux corps (martensite). On pouvait penser qu'il se produirait à ce point un simple changement de volume, comme dans la fusion ou la dissolution de tous les corps et que, de part et d'autre de ce point, la dilatation suivrait une loi régulière. Il n'en est rien; il se produit successivement deux changements de dimensions, de sens inverse, qui se compensent à peu près exactement dans l'acier normal à 0,9 pour 100 de carbone.

» Le Tableau suivant donne, à température montante, les dilatations d'un semblable acier, exprimées en millimètres et rapportées à une longueur de 100^{mm}. La ligne inti-

tulée *différence* exprime la différence entre la dilatation observée et le prolongement des dilatations correspondant aux températures inférieures au point de transformation.

Première expérience.

Température.....	600°	760°	775°	800°	830°	860°	950°
Dilatation........	0,82	1,05	0,96	1,00	1,12	1,20	1,34
Différence	»	»	—0,11	—0,11	—0,06	»	»

Seconde expérience.

Température.....	315°	500°	690°	775°	800°	850°	900°
Dilatation	0,35	0,63	0,93	1,06	0,98	1,14	1,25
Différence	»	»	»	»	—0,12	—0,04	—0,01

» Le changement total maximum atteint donc $0^{mm},115$, nombre double de celui qui a été trouvé par M. Svedelius (1). Dans les expériences de ce savant, l'échauffement très rapide ne durait en tout que deux minutes; dans les miennes, il a duré plusieurs heures. La coïncidence de la courbe de dilatation au-dessus du point de transformation avec le prolongement de la courbe inférieure résulte de la succession immédiate de deux changements égaux et de sens contraire. Un semblable fait est aujourd'hui sans aucune analogie connue.

» 2° *Transformation magnétique du fer.* — Cette transformation, d'après les observations de M. Curie et de M. Osmond sur le magnétisme du fer, ne serait pas brusque, comme cela a lieu dans tous les phénomènes similaires. En réalité, les expériences faites ne sont pas décisives et cela pour deux motifs : on n'a pas réussi à séparer le phénomène réversible des retards à la transformation; d'autre part, le magnétisme doit, comme la chaleur, le travail mécanique, être une des conditions déterminantes des transformations, et alors la continuité ou la discontinuité dans la transformation dépendra des circonstances de l'expérience. C'est ainsi qu'à pression constante un liquide présente un point d'ébullition défini, tandis qu'il n'en présente pas à volume constant.

» Les tentatives que j'ai faites pour étudier le changement de dimensions correspondant à cette transformation ont échoué; ce changement doit, par suite, être très faible, inférieur à $0^{mm},1$ sur 100^{mm}, ce qui correspond à la limite de précision de mes observations.

---

(1) *Phil. Mag.*, t. XCVI, août 1898.

» Des recherches semblables faites sur le nickel m'ont montré que la transformation correspondant à la perte des propriétés magnétiques se fait certainement d'une façon continue, dans un intervalle notable de température, de 350° à 380°.

» On est donc en droit d'admettre par raison d'analogie que, dans le fer comme dans le nickel, la transformation en question se fait d'une façon progressive, même en dehors de tout champ magnétique. C'est là un fait très important, car il constitue un exemple unique parmi toutes les transformations connues des corps définis.

» *Solides.* — Il n'y a que les liquides et les vapeurs qui présentent de semblables phénomènes : telles la transformation du soufre fondu, celle des vapeurs de peroxyde d'azote. La transformation dimorphique dans l'état cristallisé est toujours discontinue, la continuité dans les transformations semble être la caractéristique de l'état amorphe.

» *Transformation supérieure du fer.* — Cette transformation très nette dans le cas du fer électrolytique présente des anomalies inexplicables qui ont fait parfois attribuer son existence à la présence de l'hydrogène ou du soufre. J'ai retrouvé, dans mes expériences, des anomalies semblables. La température de cette transformation et le changement de dimensions qui l'accompagne varient sans raisons actuellement définissables. Les mesures ont porté sur un échantillon de fer fondu renfermant 0,05 de carbone.

Nature de l'atmosphère.	Température de la transformation.	Changement de longueur.
	Première expérience.	
Air	mm 0,25	de 840 à 930
Hydrogène pur	0,26	de 900 à 970
	Deuxième expérience.	
Hydrogène ordinaire	mm 0,26	de 840 à 860
» »	0,25	de 900 à 1000
Air	0,20	de 950 à 1025
Hydrogène ordinaire	0,14	de 925 à 975

» La variabilité de cette transformation en fait donc un phénomène au moins aussi anormal que les deux transformations précédentes.

» La conclusion de ces recherches est que, si l'application des lois du polymorphisme et de la dissolution à l'étude des propriétés du fer a été

souvent un guide précieux, il ne faut pas oublier cependant que ce métal présente des particularités remarquables, qui rendent impossible une assimilation complète de ses propriétés à celles des autres corps. Il faudra encore de longues recherches, avant de pouvoir énoncer à son endroit des conclusions définitives.

» Il ne serait pas impossible que quelques-unes de ces particularités s'expliquent par l'existence d'une double fusibilité, semblable à celle qui a été découverte dans le sélénium par Lehmann et Tammam. Ce corps n'est stable à l'état cristallisé qu'au-dessus de 60° et au-dessous de 214°. En dehors de ces deux limites extrêmes de température, c'est la variété amorphe (vitreuse, liquide) qui est seule stable. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur les déformations électriques des diélectriques solides isotropes.* Note de M. **Paul Sacerdote**, présentée par M. Lippmann.

« On sait depuis longtemps que, lorsqu'un diélectrique solide devient le siège d'un champ électrique, il se déforme. Exemple : par la charge, la capacité interne et le volume extérieur d'une bouteille de Leyde augmentent, un condensateur cylindrique s'allonge.

» Ces phénomènes ont été étudiés expérimentalement par divers physiciens : Fontana, Volpicelli, Govi, Duter, Righi, Quincke, Korteweg et Julius, Cantone. D'autres ont essayé de prévoir les lois par la théorie : Moutier, Korteweg, Lorberg, Kirchhoff, Röntgen, Vaschy, Curie, Duhem. Mais les résultats expérimentaux étaient en contradiction les uns avec les autres sur certains points; il en était de même des résultats théoriques et, en outre, ceux-ci ne s'accordaient pas complètement avec les premiers.

» Dans un Mémoire assez étendu, qui paraîtra prochainement, je me suis proposé :

» 1° D'*établir les formules* des déformations électriques des diélectriques des condensateurs en me basant sur les principes fondamentaux de la conservation de l'énergie et de l'électricité; d'en dégager les *lois* et d'en déduire les *causes* de ces phénomènes;

» 2° De montrer que *toutes les divergences* que l'on rencontre dans les travaux expérimentaux et dans les essais de théorie précédemment faits *ne sont dues qu'à des erreurs* et qu'une fois celles-ci rectifiées on retombe toujours sur des résultats en accord avec ma théorie.

» Dans cette théorie, j'introduis, comme cela est *absolument nécessaire,* et on l'a trop souvent oublié, les variations qu'éprouve la constante diélectrique d'un solide primitivement isotrope lorsqu'on le déforme mécaniquement; je définis deux coefficients k_1, k_2 : *coefficients de variation de la constante diélectrique par traction perpendiculaire ou parallèle aux lignes de force, et aussi* $k = 2k_1 + k_2$ *coefficient de variation de la constante diélectrique par traction superficielle uniforme* (¹).

» Les coefficients élastiques de la matière diélectrique interviennent également :

a désignera le coefficient d'allongement longitudinal (inverse du module d'élasticité);
σ le coefficient de Poisson;
$\gamma = 3a(1 - 2\sigma)$ le coefficient de compressibilité cubique.

» Voici les principaux résultats auxquels j'arrive :

» 1° Pour les *condensateurs infiniment minces* (au moins pour ceux des formes sphérique ou cylindrique) et pour le *condensateur plan,* on a :

(I) $$\frac{\Delta L}{L} = (a + k_1)\frac{K}{8\pi}H^2,$$

ou

(I') $$\Delta L = (a + k_1)\frac{K}{8\pi}L\frac{V^2}{e^2};$$

(II) $$\frac{\Delta e}{e} = -[a(1 + 2\sigma) - k_2]\frac{K}{8\pi}H^2,$$

ou

(II') $$\Delta e = -[a(1 + 2\sigma) - k_2]\frac{K}{8\pi}\frac{V^2}{e};$$

L désignant la longueur d'une ligne quelconque normale aux lignes de force;
e l'épaisseur du diélectrique dans la direction de ces lignes de force;
ΔL, Δe les variations de L, e, qui se produisent quand on charge le condensateur au potentiel V;
$H = \frac{V}{e}$ est l'intensité du champ électrique créé dans le diélectrique.

» *Et maintenant qu'il est établi* (formule I) *que la dilatation est la même dans toutes les directions perpendiculaires aux lignes de force* (exemple : pour les lignes circulaires et les génératrices d'un cylindre), et la même quelles que soient la *forme* et la *grandeur* du condensateur, il devient évident qu'en désignant par :

(¹) Voir à ce sujet : Sacerdote, *Sur les déformations qu'éprouve un diélectrique solide lorsqu'il devient le siège d'un champ électrique* (*Comptes rendus,* 4 avril 1898).

U_1 le volume de la cavité du condensateur;
U le volume de la matière diélectrique, on a

$$\text{(III)} \qquad \left(\frac{\Delta U_1}{U_1}\right) = 3\left(\frac{\Delta L}{L}\right) = 3(a+k_1)\frac{K}{8\pi}H^2,$$

d'où

$$\text{(III')} \qquad \Delta U_1 = 3(a+k_1)\frac{K}{8\pi}U_1\frac{V^2}{e^2};$$

$$\text{(IV)} \qquad \frac{\Delta U}{U} = 2\left(\frac{\Delta L}{L}\right) + \left(\frac{\Delta e}{e}\right) = \left(\frac{\gamma}{3}+k\right)\frac{K}{8\pi}H^2,$$

d'où

$$\text{(IV')} \qquad \Delta U = \left(\frac{\gamma}{3}+k\right)\frac{K}{8\pi}S\frac{V^2}{e},$$

formules que j'établis, du reste, directement.

» Ces formules se traduiraient facilement sous forme de *lois simples*.

» 2° Pour les *condensateurs épais* le calcul, qui est beaucoup plus difficile, conduit à des formules complexes : *aucune des lois simples ne subsiste*, sauf celle de la proportionnalité des déformations au carré du potentiel.

» 3° Dans ce qui précède, on supposait que les armatures du condensateur subissaient les mêmes déformations que les surfaces diélectriques en contact; c'est ce qui arrive, par exemple, lorsque les armatures sont formées par la métallisation de la surface même du diélectrique (argentures, feuilles d'étain collées, etc.), ou par des liquides.

» Si les armatures sont indépendantes du diélectrique, dans les formules que l'on obtient, *les termes qui contiennent les coefficients élastiques* (a, σ, γ) *sont complètement différents* de ceux obtenus dans le cas où il y a contact entre les armatures et le diélectrique; *au contraire, les termes en* $k_1 k_2 k$ *restent toujours les mêmes;* cela m'amène plus loin à une conclusion importante.

» 4° Je montre ensuite que les *causes* des déformations électriques des diélectriques solides sont de *deux sortes :*

» 1. *Les déformations correspondant aux termes qui contiennent les coefficients élastiques sont simplement des déformations élastiques dues aux forces connues qui agissent sur le diélectrique*, à savoir : les *pressions électrostatiques* (pour les portions de surface où le diélectrique est en contact avec les armatures), auxquelles s'ajoutent les *forces agissant sur un diélectrique non électrisé placé dans un champ* [mises en évidence par les expériences de M. Pellat (1)].

(1) PELLAT, *Annales de Physique et de Chimie*, 7e série, t. IV; 1895.

» 2. *Les déformations correspondant aux termes en $k_1 k_2 k$ doivent au contraire être attribuées à un changement d'état moléculaire de la matière diélectrique,* corrélatif de la perturbation de l'éther qui constitue la création du champ électrique.

» Je signale en passant que, pour les gaz, cette seconde cause subsiste seule et produit la *contraction électrique des gaz.*

» 5° Enfin, si nous nous reportons à notre formule

$$\text{(I)} \qquad \frac{\Delta L}{L} = (a + k_1)\frac{K}{8\pi}\frac{V^2}{e^2},$$

tous les éléments, sauf k_1, en ont été déterminés expérimentalement; on pourra donc en déduire ce coefficient k_1.

» En utilisant les données de M. Cantone, j'arrive à cette conclusion que *k_1 doit être de l'ordre de* $+1 \times 10^{-12}$ C.G.S.

» Des expériences toutes récentes de M. Ercolini sont venues confirmer qu'en effet k_1 est positif, mais elles n'indiquent pas son ordre de grandeur. »

PHYSIQUE. — *Sur les spectres des décharges oscillantes.* Note de M. G.-A. **Hemsalech**, présentée par M. Lippmann.

« Dans une Note, présentée à la Société Royale de Londres ([1]), nous avons montré, M. Schuster et moi, qu'en insérant une bobine de self-induction dans le circuit extérieur d'une bouteille de Leyde, on peut éliminer dans le spectre de l'étincelle presque toutes les raies provenant de l'air, de telle façon qu'on obtient, d'une manière très nette, les raies dues seulement au métal, qui constitue les électrodes entre lesquelles éclate l'étincelle. Des expériences préliminaires, faites au laboratoire de M. Schuster, à Manchester, m'ont montré, de plus, qu'on peut, en choisissant convenablement la self-induction, obtenir une augmentation d'intensité pour certaines raies, pendant que d'autres s'affaiblissent sensiblement ou même disparaissent complètement.

» C'est cet ordre d'idées que nous avons poursuivi depuis, en étudiant un certain nombre de spectres provenant de différents métaux et de gaz,

([1]) A. Schuster, F. R. S. et G. Hemsalech, *The Constitution of the Electric Spark* (*Proceedings Roy. Soc.*, vol. LXIV, p. 331).

et c'est un résumé très bref de ces recherches, faites au laboratoire de Recherches physiques de M. Lippmann, que je me propose d'esquisser dans la présente Note.

» D'abord, comme méthode d'identification des raies, nous avons employé la méthode photographique : moyen certain et très commode pour pouvoir contrôler à chaque instant les résultats. Les radiations extrêmes que nous avons pu obtenir sur la plaque photographique sont comprises entre $\lambda = 5900$ et $\lambda = 3400$. L'étincelle oscillante était produite par la décharge de trois bouteille de Leyde en dérivation sur le secondaire d'une bobine de Ruhmkorff de 25^{cm} de distance explosive et par l'insertion d'une self-induction variant entre 0,00012 et 0,0038 henrys. Enfin, le procédé pour comparer les spectres était le procédé direct de M. Lockyer : on obtenait sur la même plaque photographique les deux spectres avec et sans self-induction et on les plaçait l'un au-dessus de l'autre à l'aide de l'écran de M. Lockyer; il était alors très facile de mesurer les distances entre les raies en employant une machine à diviser, et l'on convertissait ces distances en longueurs d'onde à l'aide d'une courbe fondée sur la fréquence des oscillations.

» En examinant sur une de ces plaques photographiques le couple de spectres obtenu comme nous venons de le dire, on est frappé de l'absence complète des raies de l'air dans le spectre de l'étincelle oscillante, et de la netteté des raies caractéristiques du métal employé comme électrodes. On peut cependant, en exagérant beaucoup le temps de pose (de une à deux heures) et en employant une self-induction de 0,0038 henrys environ, faire apparaître dans le spectre de la décharge oscillante les bandes cannelées de l'azote (qui proviennent de l'air).

» Ce fait pourrait s'expliquer par l'abaissement de la température de l'étincelle, abaissement dû à l'insertion de la self-induction. Dans les mêmes conditions, les raies de l'oxygène ne sont pas visibles. En examinant attentivement les raies qui sont influencées par l'insertion de la self-induction, on remarque, en effet, que les raies appelées *courtes*, ou de haute température, sont celles qui s'affaiblissent ou même disparaissent, tandis que les raies appelées *longues*, ou de basse température (qui apparaissent surtout dans le spectre de l'arc), ou bien ne changent pas d'aspect ou bien deviennent plus vives et plus nettes en même temps. Un autre fait, qui confirme l'hypothèse qui précède, est l'apparition, dans le spectre, de l'étincelle oscillante, des raies qui n'étaient pas visibles en employant l'étincelle ordinaire et qui ne sont visibles que dans l'arc. Il nous semble

donc avoir là un moyen convenable pour étudier les spectres à des températures intermédiaires entre celles produites par l'arc et par l'étincelle ordinaire (en faisant varier la self-induction). Un autre fait assez remarquable, dû toujours au caractère oscillatoire de l'étincelle, est l'apparition des raies provenant des impuretés qui se trouvent dans le métal employé comme électrodes, raies invisibles si l'on emploie l'étincelle ordinaire.

» Pour bien mettre en évidence l'influence de la décharge oscillante sur les raies de haute et de basse température, je choisirai comme type le spectre du bismuth [1]. Voici le Tableau donnant les intensités relatives des lignes les plus caractéristiques de ce métal.

	Intensités relatives.			
	Étincelle			
λ Rowland.	ordinaire (temps de pose : 5 minutes).	avec une self de 0,00048 henrys (temps de pose : 5 minutes).	avec une self de 0,0038 henrys (temps de pose : 2 heures).	Arc.
5552,4	2	7	8	8
5271,1	7	0	0	0
5209,2	10 *c*	3 *d*	2 *d*	0
5144,5	9 *c*	1 *d*	1 *d*	0
4722,7	8 *c*	12 *c*	15 *c*	10
4493,0	0	3	3	2
4308,7	0	8	9	4
4302,6	10 *n*	7 *n*	3 *d*	0
4259,8	12 *n*	9	4 *d*	0
4121,8	8	12	12	6
4085,2	8 *n*	5	2 *d*	0
3864,4	7 *n*	3 *n*	0	0
3816,5	3 *n*	1 *n*	0	0
3793,3	7 *nc*	5 *nc*	1 *d*	0
3596,3	1	4	5	4

» Dans ce Tableau, les lettres qui accompagnent les chiffres exprimant les intensités des raies ont la signification suivante :

$c =$ continu,
$d =$ discontinu,
$n =$ nébuleux.

Les intensités marquées 0 indiquent l'absence des lignes correspondantes.

---

(1) Un résumé plus complet de ce travail sera publié dans le *Journal de Physique*.

» En ce qui concerne les gaz, le spectre le plus caractéristique est celui de l'hydrogène. Pour ce gaz (sous la pression atmosphérique) les raies du spectre de la décharge oscillante deviennent nettes et la distance explosive n'influe pas sur la netteté des raies. En exagérant la pose (environ deux heures) et en employant une self-induction de 0,0038 henrys j'ai pu obtenir sur la plaque photographique des raies qui n'apparaissent qu'en employant les tubes de Geissler (où le gaz est raréfié). Voici du reste deux Tableaux comparatifs entre les raies que j'ai obtenues et celles obtenues par M. Ames en employant un tube de Geissler.

Étincelle oscillante.		Tube de Geissler (Ames).	
λ (Rowland).	Intensité.	λ (Rowland).	Intensité.
4633	2	4634,15	6
4583	2	4580,1	4
4535	1	4534,8	2
4213	1	4212,65	7
4200	1	4205,2	8
4174	1	4177,25	8
3896	1	3889,15	7

» Nous nous proposons de continuer ces recherches pour pouvoir préciser davantage cette influence de la décharge oscillante sur les spectres des différents métaux que nous avons eu l'occasion d'examiner. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les états isomériques de l'acétate chromique : acétate anormal violet biacide, acétate anormal vert monoacide.* Note de M. A. **RECOURA.**

« Dans une Communication précédente (*Comptes rendus*, 24 juillet 1899), j'ai étudié deux des quatre formes isomères de l'acétate chromique : l'acétate normal $Cr(C^2H^3O^2)^2, 5H^2O$, qui est un sel ordinaire, et l'acide chromo-monoacétique violet $[Cr(C^2H^3O^2)^2]C^2H^4O^2$, qui n'est pas un sel de chrome, mais un acide monobasique à radical complexe. Je vais décrire aujourd'hui les deux autres isomères :

» *Acétate anormal violet biacide ou acide chromo-diacétique.* — J'ai montré qu'une solution d'acétate normal verte se transforme, en quelques heures, en une solution violette, qui en diffère profondément par le fait que les alcalis n'y produisent pas de précipité. Je vais faire voir que, pour des raisons toutes semblables à celles que j'ai exposées pour l'acide chromo-monoacétique, on doit considérer cette

solution violette comme renfermant, non pas un sel de chrome, mais un acide bibasique à radical complexe $[Cr(C^2H^3O^2)](C^2H^4O^2)^2$, l'acide chromo-diacétique.

» 1° Les alcalis ne produisent pas de précipité dans la solution à froid. *Le chrome est donc engagé dans un radical.*

» 2° Si, dans la solution renfermant une molécule du composé et additionnée de phtaléine du phénol, on verse progressivement de la soude titrée, la liqueur, qui reste limpide, vire au rouge quand on a versé *deux* molécules de soude, comme le ferait un acide bibasique; si l'on continue à ajouter de la soude, il ne se produit aucune modification. *Une des trois molécules d'acide acétique du composé est donc engagée dans le radical avec le chrome.* Les deux autres peuvent être neutralisées par la soude.

» 3° La chaleur de neutralisation du composé par la soude est $12^{Cal},8$ pour la première molécule de soude et $9^{Cal},7$ pour la seconde.

» 4° Des mesures cryoscopiques, semblables à celles que j'ai décrites, montrent que, lorsqu'on a ajouté à la solution chromique 2 molécules de soude, cette solution renferme *une seule* molécule $[Cr(C^2H^3O^2)](C^2H^3NaO^2)^2$, qui est le sel de soude de l'acide bibasique, et non pas trois molécules séparées $Cr(C^2H^3O^2)$ et $2C^2H^3NaO^2$.

» On peut conclure de ces faits, en raisonnant comme je l'ai fait dans la Note précédente, que l'acétate normal vert s'est transformé isomériquement, en quelques heures, en un composé qui n'est plus un sel de chrome, mais un acide bibasique, *acide chromo-diacétique*. Je rappelle que cette solution se transforme à son tour, en une dizaine de jours environ, en acide chromo-monoacétique $[Cr(C^2H^3O^2)^2]C^2H^4O^2$, c'est-à-dire qu'une des deux molécules d'acide acétique rentre dans le radical chromique.

» Je n'ai pas pu isoler à l'état de pureté l'acide chromo-diacétique solide. On ne peut pas le retirer par évaporation de sa solution, parce que celle-ci, lorsqu'elle se concentre, se transforme très rapidement en acide monoacétique. J'ai alors cherché à le précipiter de sa solution par des réactifs organiques. Je l'ai obtenu sous la forme d'une masse visqueuse, qn'on ne peut purifier.

» *Acétate vert anormal monoacide ou acide chromo-monoacétique vert.* — J'ai dit que la solution d'acétate chromique, âgée d'environ une dizaine de jours, et qui renferme alors l'acide chromo-monoacétique *violet* $[Cr(C^2H^3O^2)^2]C^2H^4O^2$, continue à se transformer très lentement et qu'au bout d'un an environ on a une liqueur *verte*. Cette liqueur renferme un isomère vert de l'acide chromo-monoacétique violet. On peut obtenir cet isomère vert beaucoup plus rapidement, en portant à l'ébullition une solution quelconque d'acétate chromique, additionnée d'acide acétique (au minimum 3 molécules d'acide pour 1 molécule d'acétate). On obtient une liqueur d'un beau vert franc qui, abandonnée à l'évaporation spontanée sous une cloche en présence d'acide sulfurique et d'acide acétique, donne une matière solide verte, qui, conservée dans ces conditions jusqu'à ce qu'elle ne change plus de poids, a pour composition :

$$Cr(C^2H^3O^2), \tfrac{1}{2}H^2O.$$

Cr dosé à l'état de Cr^2O^3	1 atome
$C^2H^3O^2$ dosé alcalimétriquement	3 molécules
H^2O par différence	$0^{mol},57$

» Ce composé vert possède sensiblement les mêmes propriétés que l'acide chromo-monoacétique violet, que j'ai décrit dans la Communication précédente. Je ne les reproduirai donc pas à nouveau. On doit le considérer, pour les mêmes raisons, comme un acide monobasique $[Cr(C^2H^3O^2)^2]C^2H^4O^2$, *l'acide chromo-monoacétique vert*. Les seuls points par lesquels il diffère de son isomère violet sont les suivants : 1° sa chaleur de neutralisation par la soude est $12^{Cal},54$ au lieu de $13^{Cal},25$ pour l'acide violet; 2° la formule brute de l'acide violet est $Cr(C^2H^3O^2)^3, H^2O$ et celle de l'acide vert $Cr(C^2H^3O^2)^3, \frac{1}{2}H^2O$; celle-ci doit donc être doublée; l'acide vert serait un polymère; 3° l'hydrate chromique, que les alcalis précipitent à l'ébullition des deux acides, n'a pas les mêmes caractères.

» *Conclusions*. — En résumé, l'acétate chromique peut se présenter sous quatre formes isomères :

» 1° *L'acétate normal* $Cr(C^2H^3O^2)^3, 5H^2O$; violet à l'état solide, vert à l'état dissous. C'est un sel métallique ordinaire, faisant la double décomposition avec les alcalis et les acides. On l'obtient par double décomposition entre le sulfate violet de chrome et l'acétate de baryum, ou bien en dissolvant l'hydrate chromique dans l'acide acétique;

» 2° *L'acide chromo-diacétique* dont la formule brute est $Cr(C^2H^3O^2)^3$ Aq. Violet à l'état solide et à l'état dissous. Ce n'est pas un sel de chrome, puisque les alcalis n'en précipitent pas d'hydrate chromique. Il se comporte comme un acide bibasique à radical complexe. Il se produit par la transformation spontanée, en quelques heures, de la solution d'acétate normal qui, de verte, devient violette. Cette transformation moléculaire doit être vraisemblablement exprimée ainsi :

$$Cr(C^2H^3O^2)^3, 2H^2O = [Cr(OH)^2(C^2H^3O^2)](C^2H^4O^2)^2;$$

» 3° *L'acide chromo-monoacétique violet*, dont la formule brute est $Cr(C^2H^3O^2)^3, H^2O$. Violet à l'état solide et à l'état dissous. Ce n'est pas non plus un sel de chrome, mais un acide monobasique. Il se produit par la transformation spontanée, en une dizaine de jours, de la solution de l'acide précédent. Cette transformation moléculaire doit vraisemblablement être exprimée ainsi :

$$[Cr(OH)^2(C^2H^3O^2)](C^2H^4O^2)^2 = H^2O + [Cr(OH)(C^2H^3O^2)^2]C^2H^4O^2.$$

La molécule d'eau que renferme la formule brute serait donc de l'eau de constitution.

» 4° *L'acide chromo-monoacétique vert* dont la formule brute est

$$Cr(C^2H^3O^2)^3, \tfrac{1}{2}H^2O,$$

formule qui doit être doublée par conséquent. Vert à l'état solide et à

l'état dissous. Il possède des propriétés très voisines de celles de l'acide violet. Il se produit par la transformation spontanée très lente (une année) de l'acide violet dissous; ou bien, très rapidement par l'ébullition de la solution d'acide violet additionnée d'acide acétique. Cette transformation moléculaire est vraisemblablement une déshydratation interne avec polymérisation :

$$2 \text{ molécules } [Cr(OH)(C^2H^3O^2)^2]C^2H^3O^2$$
$$= H^2O + 1 \text{ molécule } [Cr^2O(C^2H^3O^2)^4](C^2H^3O^2)^2. \text{ »}$$

CHIMIE MINÉRALE. — *Action du magnésium sur ses solutions salines.* Note de M. GEORGES LEMOINE.

« Les actions de présence, où un corps détermine une transformation sans s'altérer lui-même, intéressent toujours les chimistes. J'ai observé un phénomène de ce genre en introduisant du magnésium dans les solutions de ses sels (chlorure, acétate, sulfate, azotate). Il se dégage de l'hydrogène. Avec les solutions concentrées (9 Cl = 1 litre) et avec le magnésium en poudre, l'action est extrêmement vive : on pourrait en faire une expérience de cours. La quantité de gaz produit est beaucoup plus grande que celle qui correspondrait au poids de métal primitivement en dissolution.

» On sait que le magnésium décompose l'eau, même à froid, mais avec une extrême lenteur. Grâce à la présence d'une solution saline, la décomposition est donc beaucoup plus rapide : il se forme presque uniquement de l'oxyde hydraté :

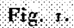
$$MgCl^2 + mMg + mH^2O = MgCl^2 + mH^2 + mMgO.$$

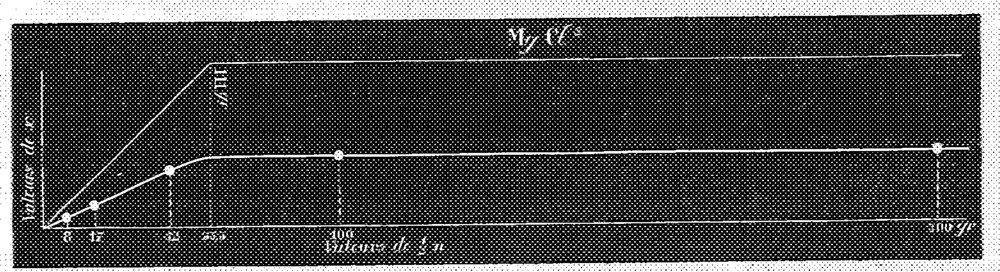
» *Limite de la réaction.* — Le dégagement de gaz s'arrête au bout d'un temps plus ou moins long. Mais cette limite est factice : elle est due simplement à ce que le produit de la réaction (oxyde hydraté ou sous-sel) empêche les contacts : en effet, le liquide filtré, remis avec de nouvelles quantités de métal, donne une réaction semblable.

» *Dégagement de gaz avec diverses quantités de métal :* par exemple, avec 1^{gr}, 2^{gr}, 6^{gr}, 18^{gr} et 5^{cc} de solution. Mesurons l'hydrogène dégagé jusqu'à ce que la réaction s'arrête :

$$\tfrac{1}{2}n\,Mg + (\tfrac{1}{2}MgCl^2 \text{ pour } 1^{lit}) = xH + \ldots.$$

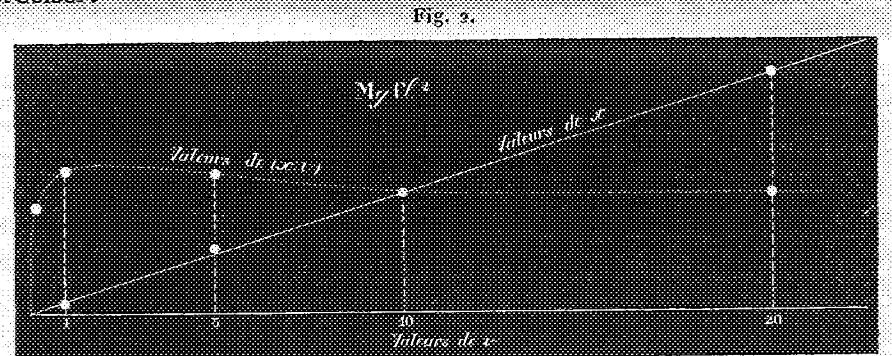
» Dans 1^{lit} d'eau, il y a $\frac{1}{9}1000$ ou 111^{gr} d'hydrogène; le magnésium équivalent est, en atomes, $\frac{1}{2}111$ ou 55,5 atomes ou, en poids, $\frac{1}{2}24 \times 111$ ou 1332^{gr}. Il ne peut donc pas, avec 1^{lit}, se dégager plus de 111^{gr} d'hydrogène, ni y avoir plus de 55,5 atomes de magnésium consommés. En fait, d'après l'expérience, il ne se dégage guère plus de 47^{gr} d'hydrogène pour 1^{lit} de solution, à cause du dépôt insoluble produit; jusqu'à ce maximum pratique, le gaz dégagé est à peu près proportionnel au métal introduit (*fig.* 1).


Fig. 1.



» *Dégagement de gaz pour diverses dilutions avec un grand excès de métal :* par exemple, 6^{gr} et 5^{cc} d'une solution saline de diverses dilutions. La réaction s'arrête au bout d'un temps très variable suivant la dilution : deux ou trois jours, pour les solutions concentrées ($Cl = \frac{1}{9}$ litre); plusieurs mois, pour les solutions très étendues ($Cl = 50^{lit}$), et alors la limite est difficile à préciser.

Fig. 2.



$$\tfrac{1}{2}n\,Mg + (\tfrac{1}{2}Mg\,Cl^2 \text{ pour } V^{lit}) = xH + \ldots$$

» Comme un litre d'eau renferme 111^{gr} d'hydrogène, on ne pourra pas, avec v^{lit} de solution, recueillir plus de $(111 \times v)$ grammes d'hydrogène. L'expérience montre que, pour les dilutions usuelles (de $Cl = 1^{lit}$ à

$Cl = 20^{lit}$), les variations de x sont à peu près proportionnelles à celles de v (*fig.* 2) :

Valeurs de v		$\frac{1}{9}$	$\frac{1}{3}$	1	5	10	20	50
Valeurs de (111 × v)		12	37	111	555	1110	2220	5550
x observé	Chlorure	2	12	47	225	390	790	1360
	Acétate	»	12	48	242	477	864	»
	Sulfate	»	13	48	172	353	»	»

» *Dégagement de gaz par l'action d'un acide sur un grand excès de métal.* — Corrélativement à ces faits, on a, en faisant agir un acide sur un excès de métal, beaucoup plus de gaz que d'après l'équation classique

$$Mg + 2HCl = MgCl^2 + 2H.$$

En effet, ce premier dégagement, rapide, est suivi d'un autre, de plus en plus lent, dû à l'action de présence du sel formé.

» *Analyses des solutions après l'action d'un grand excès de métal.* — On filtre à la trompe le liquide restant après la réaction; on dose le métal et le radical halogène :

$MgCl^2$	Chlore par litre	avant	$17^{gr},7$	après	$16^{gr},4$
$Cl = 2^{lit}$ environ	Rapport ($Mg : Cl^2$)	avant	1,0	après	1,08?
$MgCl^2$	Chlore par litre	avant	$6^{gr},7$	après	$6^{gr},2$
$Cl = 5^{lit}$ environ	Rapport ($Mg : Cl^2$)	avant	1,0	après	1,1
$(C^2H^3O^2)^2Mg$	Magnésium par litre	avant	$2^{gr},16$	après	$1^{gr},9$
$C^2H^4O^2 = 5^{lit}$ environ	Rapport ($Mg : C^2H^4O^2$)	avant	1,1	après	1,2
SO^4Mg	SO^3 par litre	avünt	$10^{gr},1$	après	$4^{gr},7$
$\frac{1}{2}SO^4H^2 = 4^{lit}$ environ	Rapport ($Mg : SO^3$)	avant	1,0	après	1,0
SO^4Mg	SO^3 par litre	avant	$7^{gr},3$	après	$2^{gr},5$
$\frac{1}{2}SO^4H^2 = 5^{lit}$ environ	Rapport ($Mg : SO^3$)	avant	1,0	après	1,0

» On voit que, avec le chlorure et l'acétate, la modification chimique de la solution est insignifiante, ce qui rend l'action de présence très nette. Avec le sulfate, il y a précipitation d'une partie de l'acide sulfurique à l'état de sous-sel.

» *Essai d'étude thermochimique,* d'après les méthodes de M. Berthelot, comme pour déterminer la chaleur de dissolution d'un sel; on projette, par exemple, $0^{gr},266$ de magnésium en poudre dans 250^{cc} d'une solution concentrée ($9Cl = 1^{lit}$) : on agite : on a la température maximum après trois quarts d'heure.

» La différence des chaleurs de formation de MgO et H^2O est $(143^{Cal} - 69^{Cal}) = 74^{Cal}$. J'ai obtenu environ 70^{Cal}. Mais il faut observer que la magnésie reste d'abord dissoute dans le chlorure (peut-être à l'état d'oxychlorure) : le liquide ne donne de dépôt que le lendemain.

» *Interprétation de l'action de présence.* — Elle doit avoir pour origine une décomposition partielle, si faible qu'elle soit, des solutions salines, en magnésie libre et acide libre, qui détermine l'attaque du métal introduit. S'il s'agit du chlorure de magnésium, il doit se former d'abord un oxychlorure qui, au premier moment, reste en dissolution, mais qui se détruit bientôt en donnant de la magnésie qui se précipite. Le chlorure de magnésium ainsi formé agit comme le chlorure primitif, et l'on a une réaction *cyclique*.

» Avec l'aluminium, j'ai observé des résultats semblables qui ramènent aux faits constatés par M. Ditte. Le zinc et le cobalt, en présence de leurs chlorures concentrés, n'ont rien donné (1). »

CHIMIE. — *Sur la dissociation du chlorure de cadmium hexammoniacal.* Note de MM. **W.-R. Lang** et **A. Rigaut**, présentée par M. Troost.

« Isambert (2) a montré que l'on peut caractériser les composés chimiques définis, dissociables dans un système hétérogène, par la constance de leurs tensions de dissociation. L'étude qu'il a faite des combinaisons de l'ammoniaque avec les sels est restée classique.

» Nous avons étudié, à ce point de vue, les combinaisons de l'ammoniaque avec le chlorure de cadmium, en employant l'ammoniaque à l'état gazeux, liquéfié ou dissous.

» A la température ordinaire, par un courant prolongé de gaz ammoniac sur le chlorure de cadmium anhydre, il y a fixation de 6 molécules de AzH^3 avec gonflement de la masse (3). Nous avons préféré faire réagir l'ammoniac liquéfié sur le chlorure de cadmium fondu et concassé.

» Le gaz ammoniac sec est dirigé sur un poids connu de sel, refroidi à — 80° jusqu'à ce qu'il y ait un notable excès d'ammoniac liquide, baignant la masse blanche et gonflée qui s'est formée.

(1) M. Caffin m'a beaucoup aidé dans ces recherches; je le prie de recevoir tous mes remercîments.

(2) Isambert, *Annales de l'École Normale*, 1868.

(3) Craft, *Philosophical Mag.*, vol. XXI, 3e série, p. 355.

» Le tube scellé à la lampe est abandonné pendant dix-huit heures; au bout de ce temps, on ouvre le tube préalablement refroidi à — 80°, et on le réchauffe jusqu'à — 30° par addition de chlorure de méthyle. L'ammoniac liquide s'évapore. Dans certaines de nos expériences, on a laissé réchauffer jusqu'à 0°, après quoi on ferme le tube à la lampe. L'augmentation de poids correspond à la formule $CdCl^2 6 AzH^3$.

» En présence d'un excès d'ammoniac liquide, et au bout de plusieurs jours, le produit, d'abord amorphe, devient nettement cristallin.

» Chauffé à 100°, le chlorure hexammoniacal perd 4 molécules d'AzH^3 et se transforme en chlorure diammoniacal inodore qui, comme le composé correspondant de zinc, ne commence à se décomposer que vers 210°, et à 360° la décomposition n'est pas encore complète.

» Dans cette décomposition du chlorure diammoniacal jusqu'à 400°, température de fusion du $CdCl^2$, il ne se produit qu'une trace d'oxychlorure et de chlorhydrate d'ammoniaque.

» Pour déterminer les tensions de dissociation du chlorure de cadmium hexammoniacal, nous avons employé la disposition de M. Jarry [1] qui permet d'éviter le contact des graisses des robinets avec le gaz ammoniac :

T. (°C.)	P. (cm)	T. (°C.)	P. (cm)
0	4,6	50	45,5
13	6,8	52	51,1
22	13,5	59	63,1
25	15,2	60	69,6
31	18,1	61	71,1
39	23,5	63	77,6
44	29,0	65	83,1
48	41,1	69	93,1

» On voit que, au delà de 62°, le composé $CdCl^2 6 AzH^3$ ne peut exister. Comme, d'autre part, à 100°, c'est le composé $CdCl^2 2 AzH^3$ qui est stable, ce sera entre 62° et 100° qu'il faudra préparer les composés intermédiaires.

» Par voie humide, on obtient très facilement le composé diammoniacal anhydre. En arrosant le chlorure de cadmium hydraté avec la solution ammoniacale à 20 pour 100, de façon à la mouiller complètement, on a une combinaison avec dégagement de chaleur, augmentation de volume. Les cristaux deviennent opaques; séchés à froid sur la chaux ou à l'étuve à 100°, ils répondent à la formule $CdCl^2, 2 AzH^3$. C'est encore le même produit qu'on obtient en évaporant la solution de chlorure de cadmium dans l'ammoniaque sur la chaux, ou en recueillant le précipité qui se forme lorsqu'on chauffe à 50° la même solution.

---

(1) Jarry, *Thèse de la Faculté des Sciences de Paris*, 1899.

» Pour obtenir un produit contenant plus de 2 molécules de AzH^3 avec la solution ammoniacale, il faut faire passer un courant de gaz ammoniac dans une solution claire de chlorure de cadmium dans l'ammoniaque à 20 pour 100 maintenue à 0°; il se fait un abondant précipité de petits cristaux transparents qui, séchés au papier et à la presse, deviennent opaques en perdant AzH^3. Ces cristaux avaient été obtenus une fois par M. André (¹) qui leur avait donné la formule $CdCl^2, 5AzH^3$. D'après nos analyses, nous serions conduits à admettre la formule de Craft, $CdCl^2, 6AzH^3$, ce qui confirmerait le fait établi par M. Jarry (²) pour les chlorures d'argent ammoniacaux obtenus avec la dissolution ammoniacale; à savoir que la formation et la décomposition de ces chlorures s'arrêtent quand l'eau est saturée sous une pression égale à leur tension de dissociation.

» Nous avons d'ailleurs déterminé les tensions de dissociation de ce composé. A 22°, nous avons trouvé une tension de $14^{cm},7$ au lieu de $13^{cm},5$. L'excès de tension obtenu avec ce produit tient à la petite quantité d'eau interposée qu'il contenait encore.

» Il nous paraît dès lors possible d'obtenir les mêmes combinaisons ammoniacales, soit avec le gaz ammoniac, soit avec une dissolution convenablement concentrée. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la dissociation de l'iodure de mercurdiammonium.* Note de M. **Maurice François**, présentée par M. Henri Moissan.

« On sait que l'iodure mercurique absorbe le gaz ammoniac sec en le convertissant en un composé blanc, nommé *iodure de mercurdiammonium,* $HgI^2, 2AzH^3$. Ce composé, exposé à l'air, perd facilement son gaz ammoniac en repassant au rouge. C'est là un cas d'action réversible, depuis longtemps connu et des mieux caractérisés. Il nous a paru intéressant de rechercher si la décomposition de $HgI^2, 2AzH^3$ obéit aux lois de la dissociation et nous avons étudié ce corps à ce point de vue. Nous espérions aussi que cette étude nous indiquerait si la perte de gaz ammoniac produit directement de l'iodure mercurique, ou s'il se forme des produits définis intermédiaires.

» On trouve bien la mention d'un composé HgI^2AzH^3; mais l'existence de ce composé est tout à fait douteuse. En effet, ce composé a été obtenu par voie humide au sein de liquides ammoniacaux et, comme il perd très facilement du gaz ammoniac, il est impossible de le dessécher pour l'analyser, sans qu'il éprouve des modifications notables dans sa composition. En un mot, il est intéressant d'en reprendre l'étude.

(¹) *Comptes rendus,* t. CIV, p. 908.
(²) Jarry, *Thèse de la Faculté des Sciences de Paris,* 1899.

» Nous avons commencé par vérifier la composition de $HgI^2, 2AzH^3$; nous avons trouvé que

5^{gr} HgI^2 absorbent.............	$0^{gr},372$ gaz ammoniac sec.
Théorie pour $HgI^2, 2AzH^3$.......	$0^{gr},374$ »

» Dissociation. — Nous l'avons pratiquée sur 53^{gr} environ d'iodure de mercurdiammonium, obtenu en saturant de gaz ammoniac sec 50^{gr} d'iodure mercurique pur et sec et en employant la pompe à mercure d'Alvergniat suivant le mode opératoire classique. On peut distinguer pendant cette dissociation deux périodes distinctes.

» *Première phase.* — Pendant la première partie de la dissociation, on observe que l'enlèvement du gaz ammoniac par la pompe à mercure ne produit pas l'apparition d'iodure mercurique rouge; la masse reste blanche. La tension de dissociation est constante, pour une température donnée; elle augmente avec la température. Si l'on élève la température, puis qu'on l'abaisse, cette tension prend, pour chaque température observée, les mêmes valeurs, le corps dissocié absorbant le gaz ammoniac pendant le refroidissement. Enfin, les valeurs de la tension de dissociation se maintiennent après l'extraction d'une quantité importante de gaz ammoniac.

» J'ai trouvé, pour cette première phase de la dissociation, les chiffres suivants :

Températures.	Tensions en millimètres de mercure.
0°	008
15	018
25	037
35	072
45	130
55	219
65	362
75	601
80	732

» Cependant, si l'on continue l'enlèvement du gaz ammoniac par la pompe, il vient un moment où la tension baisse très rapidement, le corps restant toujours blanc. Nous avons extrait du gaz ammoniac à froid, jusqu'à ce que la tension se fixe à 2^{mm} de mercure pour la température de 15°. A ce moment, la perte de gaz ammoniac est de $1^{gr},226$, soit très sensiblement le tiers de l'ammoniaque fixée sur HgI^2.

» En effet, 50^{gr} fixent $3^{gr},740$ AzH^3 pour donner $HgI^2, 2AzH^3$.

$$\frac{3,740}{3} = 1,246.$$

» Ainsi, pendant cette première phase, l'iodure de mercurdiammonium se décompose en gaz ammoniac et un composé $3HgI^2, 4AzH^3$:

$$(HgI^2, 2AzH^3)^3 = 2AzH^3 + 3HgI^2, 4AzH^3.$$

» *Deuxième phase.* — On a porté à 95° le tube ayant servi aux déterminations

précédentes; on a enlevé, par quelques coups de pompe, du gaz ammoniac, de façon à détruire complètement les dernières portions du composé $HgI^2, 2AzH^3$; puis on a laissé refroidir et l'on a étudié la dissociation du composé $3HgI^2, 4AzH^3$. Dès le début, on observe que la matière devient rouge par places; il y a production d'iodure mercurique. On constate que, pendant cette seconde phase de la décomposition, il se produit une nouvelle série de valeurs de la tension de dissociation. Celle-ci est, comme dans la première phase, constante pour une température donnée; elle augmente avec la température et reprend les mêmes valeurs après enlèvement de gaz ammoniac.

» Les tensions de dissociation correspondant à cette nouvelle phase sont :

Températures.	Tensions en millimètres de mercure.
15°	001
25	002
35	003
45	006
55	012
65	023
75	039
85	065
95	107

» Ces valeurs de la tension de dissociation sont très fixes, et nous avons pu constater encore, pour 95°, la tension 107^{mm}, après enlèvement total de $2^{gr},150$ de gaz ammoniac.

» Dans cette seconde phase, la proportion de HgI^2 libre augmente à mesure que l'on enlève du gaz ammoniac; le composé $3HgI^2, 4AzH^3$ se dissocie donc en iodure mercurique et gaz ammoniac.

» *Conclusions.* — L'iodure mercurique ammoniacal se comporte comme le chlorure d'argent ammoniacal, si bien étudié par M. Isambert. Sa dissociation démontre l'existence d'un composé blanc intermédiaire.

» Pendant la première période, $HgI^2, 2AzH^3$ se décompose en gaz ammoniac et en son composé $3HgI^2, 4AzH^3$, sans production d'iodure mercurique. Cette décomposition est caractérisée par une forte tension de dissociation.

» Pendant la seconde période, le composé $3HgI^2, 4AzH^3$ est décomposé à son tour en iodure mercurique et ammoniaque. Cette décomposition est caractérisée par une faible tension de dissociation.

» En reprenant, pour l'iodure de mercurdiammonium, les expériences faites par M. Jarry [1] sur les chlorures d'argent ammoniacaux, j'ai pu

(1) JARRY, *Comptes rendus*, 1er semestre, 1897, p. 288.

constater, en opérant à la température de 25°, que les deux composés $HgI^2, 2AzH^3$ et $3HgI^2, 4AzH^3$ possèdent dans l'eau la même tension de dissociation que dans le vide. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action du sodammonium et du potassammonium sur le sélénium* ([1]). Note de M. C. **Hugot**, présentée par M. Ditte.

« L'appareil en verre, qui a servi dans cette étude, a été décrit dans des Communications antérieures ([2]). Il est formé de deux tubes larges A et B réunis par un tube étroit T, dans lequel on a introduit un tampon de coton de verre sec. La marche d'une expérience est identique à celle qui a été suivie dans l'étude des actions du phosphore sur les ammoniums alcalins.

» Le sélénium employé dans les expériences suivantes a été préparé en purifiant le sélénium du commerce. Ce dernier a été traité par l'acide azotique pur. La liqueur obtenue a été évaporée plusieurs fois à sec. L'acide sélénieux provenant de la sublimation de ce résidu est dissous dans l'eau. On précipite le sélénium de cette dissolution par un courant de gaz sulfureux. Il est ensuite lavé, séché et fondu à l'abri de l'air.

» Deux cas à considérer :

» I. *L'ammonium alcalin est en excès.* — Le sélénium et le métal alcalin sont introduits dans la même branche A de l'appareil rempli de gaz ammoniac sec. Les deux branches sont fermées à la lampe et mises en communication avec un réservoir contenant du gaz ammoniac liquéfié, pur et anhydre, que l'on fait condenser dans la branche A. L'ammonium alcalin se dissout dans l'excès de gaz ammoniac liquide en donnant une liqueur mordorée qui baigne complètement les morceaux de sélénium. Dès le début de l'expérience la réaction se manifeste par la formation d'un corps blanc en poudre insoluble dans la liqueur.

» Lorsque tout le sélénium est entré en combinaison, on décante de A en B la dissolution de l'ammonium alcalin en excès. Par des lavages répétés à l'aide d'ammoniac liquéfié, on entraîne tout le métal resté en A.

» On obtient ainsi un corps amorphe blanc mat, complètement insoluble dans le gaz ammoniac liquide, soluble dans l'eau privée d'air en donnant une dissolution incolore. Sous l'action de l'air, cette dissolution rougit fortement et laisse déposer du sélénium en poudre rouge.

» Les séléniures de sodium et de potassium ainsi obtenus correspondent aux for-

---

([1]) Travail fait au laboratoire de Chimie industrielle de la Faculté des Sciences de Bordeaux.

([2]) *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 1719.

mules Na^2Se et K^2Se. Ils ont été analysés en les attaquant par l'eau de brome : le sélénium a été dosé à l'état de sélénium et le métal alcalin à l'état de sulfate (1).

» II. *Le sélénium est en excès.* — Le sélénium est introduit en petits morceaux dans la branche A et le métal alcalin dans la branche B de l'appareil ATB. Après les pesées, les deux branches A et B sont fermées à la lampe. L'appareil, mis en communication avec la source de gaz ammoniac, est plongé dans un mélange réfrigérant. La dissolution d'ammonium alcalin qui s'effectue dans la branche B est décantée par petites portions dans la branche A qui contient le sélénium. Ce mode opératoire permet d'être toujours en présence d'un excès de sélénium.

» Le monosélénium blanc se forme d'abord, puis il disparaît. La liqueur mordorée devient brune et très limpide. Lorsque tout l'ammonium alcalin est entré en combinaison, on fait passer la liqueur brune dans la blanche qui contenait primitivement le métal alcalin. Le sélénium non attaqué reste à découvert. On le lave au gaz ammoniac liquéfié jusqu'à ce que le liquide condensé soit incolore.

» La liqueur brune qui est réunie entièrement dans la branche B est évaporée lentement. Pendant toute la durée du dégagement du gaz ammoniac, l'appareil est maintenu à une température voisine de — 25°. On laisse partir ainsi tout le gaz qui peut se dégager. Lorsqu'au bout de plusieurs heures aucune bulle ne s'échappe plus, on constate l'existence d'un liquide brun épais qui dégage du gaz ammoniac quand on élève la température.

» L'appareil est mis en communication avec un manomètre à air libre. La tension diminue lentement au fur et à mesure qu'on enlève du gaz ammoniac. Le liquide, considéré au moment où, maintenu pendant plusieurs heures à — 25°, il ne dégage plus de gaz, se prend en masse quand on refroidit jusqu'à — 55°. A une température plus élevée, au contraire, il reste liquide, tandis que la pression augmente rapidement. A la température ordinaire, il perd tout le gaz ammoniac qu'il contient. Si l'évaporation est lente, la combinaison se présente sous la forme d'une masse cristalline brune soluble dans l'eau en donnant une liqueur violette. Introduit dans une atmosphère de gaz ammoniac sous pression, ce corps l'absorbe rapidement en redevenant liquide. Sa dissolution dans l'eau exposée à l'air laisse déposer du sélénium. Traitée par un acide, elle dégage de l'hydrogène sélénié, tandis que du sélénium en poudre rouge est mis en liberté.

» Les séléniures de sodium et de potassium ainsi obtenus présentent le même aspect. Dissous dans l'eau de brome; ils donnent une liqueur dont l'analyse s'effectue comme plus haut.

» Ces deux corps correspondent aux formules Na^2Se^4 et K^2Se^4 (2).

---

(1) On a trouvé, par exemple : sodium 36,10 et sélénium 63,80, au lieu des nombres théoriques 36,80 et 63,20. De même, potassium 50,18 et sélénium 49,75, au lieu de 49,68 et 50,32.

(2) Sodium 12,50 et sélénium 87,49, au lieu des nombres théoriques 12,70 et 87,29; de même : potassium 19,35 et sélénium 80,48, au lieu des quantités calculées 19,80 et 80,20.

» L'analyse précédente peut être contrôlée par la pesée du sélénium en excès resté dans la branche A. Mais cette vérification, ainsi que le mode de préparation et de lavages décrits plus haut, ne sont acceptables que si le sélénium ne se dissout pas dans le gaz ammoniac liquide, ce que j'ai expressément reconnu dans une étude [1] dont les principaux résultats ont été publiés avec ceux qui sont relatifs au soufre et au tellure [2].

» Cette méthode de préparation de séléniures alcalins anhydres permet d'avoir des composés purs.

» Berzélius [3], par l'action directe du métal alcalin sur le sélénium, Wöhler et Dean [4], par l'action directe du charbon sur les sélénites ou les séléniates alcalins, n'ont obtenu que des composés mal définis, contenant toujours un peu de sélénium libre. En chauffant les produits cristallisés $Na^2Se, 4,5H^2O$ et $K^2Se, 9H^2O$ dans un tube traversé par un courant lent d'azote, M. Fabre [5] a obtenu des monoséléniures alcalins qui renferment toujours des silicates ou des aluminates provenant de l'attaque du

---

(1) *Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux,* séance du 25 novembre 1898.

(2) MM. Franklin et Krauss ont publié un Mémoire dans lequel ils étudient le gaz ammoniac liquide en tant que dissolvant (*American chem. Journal,* vol. XX, n° 10, décembre 1898; p. 820). Ils ont déterminé approximativement la solubilité de cinq cents substances qu'ils classent en corps extrêmement solubles, très solubles, assez solubles, peu solubles, très peu solubles et insolubles. Ils ont opéré à — 38°, sous la pression atmosphérique avec du gaz ammoniac liquide employé dans le commerce pour la fabrication de la glace.

MM. Franklin et Krauss placent le sélénium parmi les corps solubles.

Ils ont étudié également la solubilité de ce corps à une température plus élevée. Le sélénium était placé avec le gaz ammoniac liquide dans un tube qu'on fermait à la lampe pendant qu'il était plongé dans un bain à — 38°. MM. Franklin et Krauss laissaient ensuite la température remonter à + 25°. Ils ont trouvé qu'à cette température le sélénium se dissolvait lentement en donnant une liqueur dont la couleur rappelait celle obtenue avec le soufre.

Il résulte, au contraire, d'expériences exécutées au laboratoire depuis plus d'un an que le sélénium pur ne se dissout pas dans le gaz ammoniac liquide pur.

Ce désaccord entre ces résultats et ceux de MM. Franklin et Krauss provient peut-être de ce qu'ils n'ont pas opéré avec du sélénium pur et du gaz absolument anhydre. Il n'est pas étonnant en effet qu'avec du sélénium du commerce on obtienne une dissolution dont la couleur rappelle la dissolution du soufre dans le gaz ammoniac liquide.

(3) Berzélius, *Traité de Chimie,* t. II; p. 247.

(4) Wöhler et Dean, *Ann. Pharm.,* t. XCVII; p. 5.

(5) Fabre, *Ann. de Chim. et Phys.,* 6e série, t. X; p. 490.

verre ou des nacelles de porcelaine qui avaient servi dans cette opération. Dans une prochaine Note je me propose de présenter à l'Académie les résultats obtenus en remplaçant le sélénium par le soufre ou par le tellure ».

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques acétylacétonates* (¹). Note de MM. G. Urbain et A. Debierne, présentée par M. Grimaux.

« Alphonse Combes (²) et l'un de nous ont déjà signalé les propriétés curieuses de quelques acétylacétonates.

» Depuis, l'un de nous a décrit l'acétylacétonate de thorium et celui d'uranyle (ce dernier en collaboration avec Alphonse Combes), et a pu observer les mêmes particularités de solubilité et de volatilité.

» Nous avons pensé qu'il était intéressant de faire une étude d'ensemble de ces composés : c'est le commencement de cette étude que nous publions aujourd'hui.

» Les acétylacétonates s'obtiennent généralement par l'action directe de l'acétylacétone sur les hydrates ou les carbonates en suspension dans l'eau, ou par double décomposition entre un acétylacétonate alcalin et la dissolution d'un sel neutre. Certains d'entre eux se produisent également par l'action de l'acétylacétone sur les acétates. Dans ce cas, l'acétylacétone agit donc comme un acide plus énergique que l'acide acétique. Nous avons observé, de plus, qu'elle peut aussi décomposer des chlorures; c'est ainsi qu'une réaction très vive se produit lorsqu'on verse de l'acétylacétone sur du chlorure d'aluminium anhydre en présence de chloroforme. Il se dégage du gaz chlorhydrique et il se forme de l'acétylacétonate d'aluminium. Une réaction se produit également avec les chlorures anhydres de thorium, de fer, etc.; elle devient même d'une extrême violence avec le tétrachlorure de titane.

» Au cours de ce travail, nous avons constaté que certains oxydes, dont les sels normaux sont instables et n'ont pu être isolés, donnent avec l'acétylacétone des corps magnifiquement cristallisés et d'une remarquable stabilité. Par exemple, nous décrirons, dans cette Note qui traite des acétylacétonates de sesquioxydes, les sels obtenus par l'action de l'acétylacétone sur les sesquioxydes de manganèse et de cobalt.

» Bien que les acétylacétonates de sesquioxydes soient d'une grande stabilité, certains d'entre eux se décomposent partiellement quand on cherche à les volatiliser. Nous

(¹) Travail fait au laboratoire de Chimie-Physique à la Sorbonne.

(²) A. Combes, *Comptes rendus*, t. CV, p. 868.

ne pouvions donc mesurer leurs densités de vapeur pour la détermination de leurs poids moléculaires.

» Toutefois, la grande solubilité de ces composés dans le benzène nous a permis d'effectuer dans ce dissolvant des mesures cryoscopiques qui n'ont laissé aucun doute sur la grandeur moléculaire de ces dérivés.

» Il résulte de ces mesures que les acétylacétonates de sesquioxydes que nous avons étudiés sont du type

$$M\begin{cases} CH\left\langle\begin{matrix}CO\,CH^3\\CO\,CH^3\end{matrix}\right. \\ CH\left\langle\begin{matrix}CO\,CH^3\\CO\,CH^3\end{matrix}\right. \\ CH\left\langle\begin{matrix}CO\,CH^3\\CO\,CH^3\end{matrix}\right. \end{cases}$$

et que par conséquent les sels de sesquioxydes sont de la forme MR^3 et non M^2R^6.

» *Acétylacétonate ferrique.* — Ce sel se prépare le plus aisément en traitant l'hydrate ferrique en suspension dans l'eau par un léger excès d'acétylacétone. Au bout de vingt-quatre heures, la transformation est complète. Le précipité cristallin, d'un rouge vif, est séparé par filtration, séché à l'air et dissous dans le benzène. Après deux cristallisations dans ce dissolvant, on obtient le corps absolument pur.

» L'acétylacétonate ferrique est très soluble dans le chloroforme, le benzène, l'alcool, l'acétate d'éthyle, l'acétone; moins soluble dans l'éther, l'essence de térébenthine; à peine soluble dans l'eau.

» Il fond à 184° et se décompose lorsqu'on le chauffe au-dessus de cette température.

Analyse. —							
Trouvé :	Carbone.	50,91 °/₀	Hydrogène.	6,01 °/₀	Fer.	15,6 °/₀
Calculé :	Carbone.	50,99 °/₀	Hydrogène.	5,95 °/₀	Fer.	15,8 °/₀

Cryoscopie.	Matière employée.	Poids du dissolvant.	Abaissement du point de congélation.	Poids moléculaire trouvé.
1re expérience...	2,203	43,02	0°,750	343
2e expérience...	2,584	42,85	0°,885	341

» Poids moléculaire calculé pour $Fe(Ac)^3$: 353; pour $Fe^2(Ac)^6$: 706.

» *Acétylacétonate manganique.* — Il se prépare comme le sel de fer, en partant du sesquioxyde de manganèse provenant de la réduction du permanganate de potasse par la glycérine à froid et en liqueur étendue. La dissolution brune obtenue après l'action de l'acétylacétone doit être épuisée par le chloroforme, pour en extraire l'acétylacétonate notablement soluble dans l'eau. Ce sel se purifie le mieux par des cristallisations dans l'éther. Il se présente alors en cristaux isolés noirs et brillants, dont la poudre est brun verdâtre. Il se dissout dans les mêmes liquides que le sel ferrique, mais y est, en général, plus soluble.

» Il fond à 172°, puis se décompose.

Analyse. — Trouvé : Carbone 51,07 % Hydrogène 6,07 % Manganèse 15,45 %
Calculé : Carbone 51,13 % Hydrogène 5,98 % Manganèse 15,6 %

Cryoscopie.	Matière employée.	Poids du dissolvant.	Abaissement.	Poids moléculaire trouvé.
1re expérience	3,786	41,97	1,285	349
2e expérience	1,3624	43,25	0,460	342

» Poids moléculaire calculé pour Mn(Ac)^3 : 352.

» *Acétylacétonate cobaltique.* — Il se prépare au moyen du sesquioxyde de cobalt provenant de l'action de l'hypochlorite de potasse sur l'azotate de cobalt. Moins altérable que le sel de manganèse, on l'obtient avec un rendement théorique. Les cristaux sont noirs et leur poudre est vert clair. Il se dissout comme les précédents dans les dissolvants organiques et les dissolutions sont d'un vert intense.

» Il fond à 240° et est plus stable que les sels de manganèse et de fer.

Analyse. — Trouvé : Carbone. 50,7 % Hydrogène. 5,92 % Cobalt. 16,8 %
Calculé : Carbone. 50,56 % Hydrogène. 5,89 % Cobalt. 16,57 %

Cryoscopie.	Matière employée.	Poids du dissolvant.	Abaissement du point de congélation.	Poids mol. trouvé.
1re expérience	2,503	42,96	0,835	343
2e expérience	1,881	43,26	0,630	345

» Poids moléculaire calculé pour Co(Ac)^3 : 356.

» *Acétylacétonate chromique.* — Il s'obtient avec l'hydrate précipité à froid des dissolutions des sels violets. Sa stabilité est comparable à celle du sel d'aluminium. C'est un sel rouge violacé, également très soluble dans les dissolvants organiques.

» Il fond à 214°, bout à 340° sans décomposition. Sa vapeur est verte.

Analyse. — Trouvé : Carbone. 51,3 % Hydrogène. 6,06 % Chrome. 14,7 %
Calculé : Carbone. 51,5 % Hydrogène. 6,01 % Chrome. 14,9 %

Cryoscopie.	Matière employée.	Poids du dissolv.	Abaissement.	Poids mol. trouvé.
1re expérience	2,9712	42,56	1,030	337
2e expérience	2,335	43,08	0,805	337

» Poids moléculaire calculé pour Cr(Ac)^3 : 349.

» *Acétylacétonate d'aluminium.* — Nous n'avons que peu de chose à ajouter à ce qu'a publié Alphonse Combes sur ce sujet. L'acétylacétonate d'aluminium se prépare difficilement avec l'hydrate d'alumine. On l'obtient, au contraire, très aisément par l'action de l'acétylacétone sur le chlorure d'aluminium anhydre.

Cryoscopie.	Matière.	Poids du dissolvant.	Abaissement.	Poids moléculaire trouvé.
	1,928	43,75	0,700	315

» Poids moléculaire calculé pour Al(Ac)^3 : 324.

» *Acétylacétonate nickelique.* — Ce sel n'a pu être isolé. Lorsque l'on traite le

sesquioxyde de nickel par l'acétylacétone, on obtient une dissolution brune très foncée, qui se décompose rapidement sans qu'on puisse arriver à extraire le sel nickelique.

» L'ensemble de ces résultats montre bien l'analogie que présentent les sesquioxydes de cobalt et de manganèse avec ceux d'aluminium, de fer et de chrome. Non seulement dans tous les acétylacétonates de ces sesquioxydes, le métal fonctionne comme *trivalent,* mais encore leurs propriétés physiques et chimiques sont presque identiques. Leurs formes cristallines sont analogues. Ils fondent sans décomposition et sont tous plus ou moins volatils. Enfin, ils peuvent tous se combiner avec 2 molécules de chloroforme lorsqu'on les fait cristalliser dans ce dissolvant. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Action des matières minérales et des acides organiques sur les variations de la résistance et les modifications de l'économie* (¹). Note de MM. **Charrin, Guillemonat** et **Levaditi**, présentée par M. Ch. Bouchard.

« En présence de l'importance croissante, en Pathologie générale, de la notion de terrain, il nous a paru intéressant de rechercher, d'une part, dans quelle mesure on peut créer des différenees entre les milieux organiques, d'autre part, quelles sont les modifications qui, réalisées par ces différences, font varier la résistance aux maladies.

» Pendant cinq à dix semaines, tous les deux ou trois jours, on injecte, sous la peau de plusieurs séries de lapins, des quantités croissantes de 1^{cc} à 4^{cc} d'une solution comprenant 100^{gr} de sulfate de soude, 25^{gr} de phosphate de soude, 25^{gr} de phosphate de potasse, 20^{gr} de chlorure de sodium pour 1^{lit} d'eau. Parallèlement, d'autres séries d'animaux, de poids sensiblement égaux, soumis à une semblable alimentation, reçoivent de la même façon des proportions oscillant de $0^{cc},10$ à 1^{cc} d'un mélange constitué par 200^{cc} d'eau et renfermant 1^{gr} de chacun des trois acides lactique, oxalique, citrique.

» Il convient d'agir avec prudence, de ne pas altérer, du moins en apparence, la santé générale, de ne pas déterminer d'amaigrissement; des doses trop considérables peuvent, en effet, provoquer des accidents toxiques au *sens pratique des mots;* or, chacun sait qu'un empoisonnement affaiblit l'économie : une nouvelle démonstration n'est nullement nécessaire.

» Ces longues préparations terminées, on inocule dans le sang de ces divers animaux un égal volume d'une culture pyocyanique.

» Dans ces conditions les lapins traités par les acides succombent les premiers en dix-huit ou cinquante-quatre heures; des témoins qui n'ont reçu ni acides, ni sels ré-

(¹) Travail du laboratoire de Médecine expérimentale des Hautes Études.

sistent durant une à trois journées; quatre fois sur six les sujets modifiés par la pénétration des principes minéraux vivent plus longtemps, quelquefois pendant une à trois semaines ([1]).

» Ainsi la résistance diminue chez les uns, tandis que le plus fréquemment elle s'accroît chez les autres. Dès lors, il est intéressant de savoir si ces variations se rattachent à des modifications organiques saisissables.

» Les lapins minéralisés ont les poils plus lisses, les mouvements plus agiles; ils émettent habituellement plus d'urine que ceux qui reçoivent des acides, un tiers, un quart en plus par jour; ils fabriquent ordinairement par kilogramme un peu plus d'urée : 0,40 ou 0,21 au lieu de 0,34 ou 0,15, proportions émises par les animaux traités par ces acides; chez eux, le rapport de l'azote de l'urée à l'azote total oscille autour de 0,93; chez ceux qui sont soumis à ces injections d'acide, ce rapport s'abaisse parfois à 0,88. Par contre, ces derniers animaux émettent des urines plus riches en acide phosphorique d'environ $\frac{1}{5}$ que les urines des sujets auxquels on administre des sels; toutefois, si l'on calcule par rapport aux volumes urinaires quotidiens, au lieu de calculer par litre, les phosphates, en raison des oscillations de ces volumes, sont, comme l'urée, plus abondants tantôt chez les uns, tantôt chez les autres; ces urines, surtout chez les cobayes qui reçoivent ces acides, sont souvent très louches.

» Le sang des animaux soumis à ces injections d'acides est ordinairement légèrement plus alcalin que celui des lapins minéralisés; il se coagule beaucoup plus vite, peut-être à cause des bases, de la chaux en particulier, mises en liberté. Ces faits, aussi bien que d'autres détails placés en évidence par nos recherches, sont du reste connus dans l'histoire de la dyscrasie acide ([2]).

» Le bacille pyocyanique semé dans le sérum des animaux qui ont reçu des sels pullule moins vite et sécrète, à un moment donné, moins de pigment que ce bacille évoluant dans le sérum des lapins soumis aux injections d'acides; les cultures faites dans ce sérum des sujets minéralisés sont moins virulentes; les lapins inoculés, à doses égales, survivent pendant trois à huit jours, tandis que ceux qui reçoivent les microbes en évolution dans le liquide, tant des témoins que des sujets acidifiés, périssent en soixante-douze, en quarante-huit heures, même en une journée : ces résultats, comme les autres, se dégagent de l'ensemble des faits, sans échapper évidemment aux exceptions.

» Au point de vue de l'agglutination, on n'observe, au premier abord, rien de spécial; cependant, si l'on vaccine en injectant, d'une part, des

---

([1]) Ces cultures sont très virulentes.

([2]) Voir Ch. Bouchard, *Leçons sur le ralentissement de la nutrition*, p. 57 à 95.

toxines du germe du pus bleu, d'autre part, ces toxines mélangées à des matières minérales, on voit que l'emploi de ce mélange hâte notablement l'apparition du précipité agglutinatif; cette rapidité d'apparition s'obtient aussi en ajoutant quelques gouttes d'une solution de phosphate de chaux (¹) à du sérum associé à un peu de culture pyocyanique; toutefois, à eux seuls, les sels n'engendrent pas nettement chez l'animal cette agglutination.

» A l'autopsie, les modifications les plus intéressantes portent sur la moelle des os qui, chez les animaux traités par ces sels, prolifère, tend à perdre une partie de sa graisse (²).

» Ainsi, à l'aide de ces matières minérales et de ces acides, on parvient à créer, entre les milieux organiques, des différences qui correspondent à des variations dans la résistance aux maladies. Parallèlement à ces changements on enregistre des mutations nutritives plus perfectionnées, des attributs humoraux plus développés. L'état bactéricide devient manifeste; on réalise de la sorte, assurément dans une plus faible mesure, avec des substances banales, des modifications qui, pour certains auteurs, ne peuvent apparaître que sous l'influence de la pénétration des produits bactériens; ces principes de défense, suivant quelques chercheurs, ne seraient même autre chose que ces produits bactériens plus ou moins transformés.

» De tels résultats sont de nature à mettre nettement en évidence la part de l'organisme si souvent proclamée par le professeur Bouchard, dans la genèse de ces éléments de protection; de pareils éléments se développent sous l'influence des réactions de l'économie mises en jeu dans notre cas par des matières minérales, dans d'autres circonstances par d'autres composés le plus souvent, mais non fatalement, d'origine microbienne. Nos expériences permettent même d'aller plus loin, de localiser, pour une part, ces réactions dans le sang, plus encore dans la moelle osseuse. »

(¹) Voir Danysz, *Soc. biol.*, juin 1899.

(²) Ces modifications, comme tous nos résultats (survie, chiffres d'analyse, etc.) varient naturellement suivant les réactions animales, les doses introduites, la durée des préparations, la virulence des cultures, etc.

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Immunité et spécificité. Réflexions à propos de la Note précédente de MM.* Charrin, Guillemonat et Levaditi; par M. **Ch. Bouchard.**

« La Note de MM. Charrin, Guillemonat et Levaditi ([1]), que je viens de présenter à l'Académie, a une très haute importance à ne la considérer qu'au point de vue des faits concrets qu'elle expose. Son importance n'est pas moindre, je crois, par l'interprétation que ces faits permettent de donner à des questions posées depuis longtemps, tranchées arbitrairement ou écartées comme actuellement impénétrables. Cette Note prend rang après un ensemble de travaux qui préparaient l'intelligence de quelques-uns des modes de production de l'immunité. Elle me suggère quelques réflexions que l'Académie me permettra de lui soumettre.

» Au nombre des moyens qu'utilise l'organisme pour se défendre contre les microbes pathogènes, il y a certaines propriétés humorales, qui existent avant toute atteinte morbide ou qui se développent au cours de la maladie pour persister plus ou moins longtemps après elle, durant parfois pendant toute la vie. Parmi ces propriétés humorales il en est qui sont défavorables à la vie ou à la pullulation ou à l'activité sécrétoire des microbes, je les réunis sous le nom de *propriétés* ou d'*états bactéricides*. La réalité de l'état bactéricide est démontrée pour le sérum sanguin normal. L'exaltation de cet état bactéricide a été établie pour vingt maladies microbiennes environ.

» Un autre état du sérum sanguin qui est sans action contre les microbes mais qui aide, au moins, l'organisme animal à se défendre contre leurs poisons, c'est l'état antitoxique qui a été nettement établi au moins pour deux microbes. Il doit être plus fréquent, à n'en juger que d'après ce que nous savons de l'immunité que confère l'intoxication par un venin et d'après l'efficacité que possède le sérum des animaux ainsi immunisés pour prévenir ou pour guérir l'intoxication par le même venin ou par quelques autres.

» J'ai fait valoir, à partir de 1879, les raisons qui obligent à admettre que l'immunité, au moins l'immunité acquise, est l'effet d'une modification

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXIX, p. 305.

plus ou moins durable de la nutrition, survenue au cours de la maladie microbienne.

» J'ai démontré en 1891 que, pour l'état bactéricide au moins, le changement humoral est dû, non à la persistance de matières déposées dans l'économie par le microbe lors de la maladie qu'il a provoquée, mais qu'il résulte d'un changement survenu dans l'élaboration de la matière. J'ai prouvé, en effet, que cette matière protectrice se détruit constamment dans l'économie. Comme elle y est toujours présente et toujours efficace, il faut admettre qu'elle s'y forme incessamment, qu'elle n'est donc pas le reliquat des cellules microbiennes, mais qu'elle est le produit incessamment formé par les cellules animales dont la nutrition a été modifiée d'une façon durable. Ce qui est vrai pour les matières bactéricides paraît vrai également pour les matières antitoxiques.

» On a pensé d'abord que ce changement de la nutrition, d'où résulte un état des humeurs qui aide à la guérison de la maladie ou à la résistance contre une nouvelle invasion, ne pouvait être que la conséquence de la lutte de l'économie aux prises avec l'agent spécifique de cette maladie. Il a fallu reconnaître que le virus vaccin donne l'immunité contre la vaccine et contre la variole. Il a fallu reconnaître ensuite que l'agent infectieux n'est pas indispensable, que ses produits suffisent et qu'une immunité durable peut être produite si l'on a introduit seulement les toxines. On a prouvé ensuite que la résistance par changement de l'activité nutritive produisant une modification humorale s'observe quand l'économie a été aux prises avec des poisons autres que les poisons microbiens, avec certains poisons fournis par de grands végétaux, abrine, etc., avec certains poisons fournis par les animaux, venins, etc. M. Phisalix, auquel on est redevable de si remarquables découvertes dans cette voie, a montré que des poisons animaux incomparablement moins toxiques vaccinent contre eux-mêmes et, chose bien plus précieuse, vaccinent contre les venins, contre les toxines : tels sont, par exemple, les sels biliaires. Même des corps organiques que l'on croyait presque inertes, la cholestérine entre autres, confèrent de telles immunités. Aujourd'hui ce ne sont plus seulement les microbes, les toxines, les venins, les substances organiques, ce sont les solutions salines minérales, même neutres, même à dose non toxique, qui confèrent l'immunité.

» La longue et fréquente introduction de ces sels produit l'immunité en modifiant l'état humoral, puisque l'état bactéricide du sérum augmente.

Et ce changement de l'état humoral marche parallèlement à un changement de la nutrition générale, qui est reconnaissable à la vivacité plus grande de l'animal, au lustre de son poil, à l'abondance et à la richesse plus grande des urines, à l'activité formative plus grande des cellules, au moins des cellules de la moelle osseuse.

» Ainsi des substances très toxiques, ou des substances inoffensives et qui passent pour être inertes, peuvent modifier l'activité nutritive et la modifier de façon plus ou moins durable. Comme conséquence de ce changement dans l'activité des cellules survient un changement dans la composition des humeurs qui en fait, pour certains microbes, un milieu de culture plus nuisible ou plus favorable. La résistance à la maladie infectieuse marche parallèlement à ces variations de l'état bactéricide. Quelques sels neutres en dissolution dans l'eau, du sulfate de soude, du phosphate de soude ou de potasse, du chlorure de sodium peuvent produire cela comme la toxine du bacille pyocyanique. Ces faits tendent à faire sortir la notion de l'immunité du domaine de la spécificité. Elles ajoutent un argument puissant aux raisons que je faisais valoir à l'appui de cette manière de voir dans mon enseignement de ces dernières années.

» Je formulais ainsi ma conception : Tout ce qui impressionne, surtout d'une façon durable, l'activité nutritive des cellules peut modifier la composition chimique des humeurs. L'état antitoxique et, surtout, l'état bactéricide des humeurs étant liés à leur composition chimique, le changement de l'activité nutritive des cellules pourra exercer une influence sur la réceptivité ou la résistance aux maladies infectieuses comme aussi sur la gravité ou la durée de ces maladies.

» Le changement humoral que produisent les modificateurs de la nutrition peut : 1° favoriser l'animal dans sa résistance à la maladie *fa*; 2° lui être nuisible *na*; 3° lui être indifférent *ia*. Ce même changement humoral, envisagé dans son action sur le microbe, peut : 1° favoriser l'activité morbifique du microbe *fm*; 2° nuire au microbe *nm*; 3° lui être indifférent *im*.

» Cette double action des humeurs sur l'homme et sur le microbe prête aux combinaisons suivantes :

» $fa + fm$, favorable à l'animal et favorable au microbe, action *incertaine*, utile, nuisible ou nulle.

» $fa + nm$, favorable à l'animal et nuisible au microbe, action *atténuante* sur la maladie.

» $fa + im$, favorable à l'animal et indifférente au microbe, action *atténuante légère*.

» $na + fm$, nuisible à l'animal et favorable au microbe, action *aggravante* sur la maladie.

» $na + nm$, nuisible à l'animal et nuisible au microbe, action *incertaine*.

» $na + im$, nuisible à l'animal et indifférente au microbe, action *aggravante légère*.

» $ia + fm$, indifférente à l'animal et favorable au microbe, action *aggravante légère*.

» $ia + nm$, indifférente à l'animal et nuisible au microbe, action *atténuante légère*.

» $ia + im$, indifférente à l'animal et indifférente au microbe, action nulle.

» De ces neuf combinaisons, seules possibles, il y en a

1	dont l'action est nulle;	
2	»	indifférente;
3	»	aggravante;
3	»	atténuante.

» Il ne serait pas difficile de trouver dans la clinique ou dans l'expérimentation des exemples de ces quatre catégories.

» On ne considère que l'action que les produits microbiens exercent sur la nutrition, et, en laissant de côté les influences tout aussi clairement démontrées que ces poisons exercent sur le système nerveux et par son intermédiaire sur les circulations locales et sur les migrations cellulaires, ou ces autres influences non moins certaines que, par des procédés encore obscurs, ils mettent en jeu dans certains organes pour activer la prolifération des cellules migratrices, on peut dire que, pour une part, l'immunité peut résulter de changements chimiques survenus dans les humeurs, changements produits par une modification de l'activité cellulaire : car, comme je m'obstine à le répéter, *les humeurs ne sont que ce que les cellules les font*. Les cellules les font bactéricides ou antitoxiques quand elles ont été imprégnées, même d'une façon passagère, par les produits microbiens ou par un grand nombre d'autres modificateurs de la nutrition. Les immunités *de cet ordre*, quand elles ont été produites par la toxine microbienne ou par le sulfate de soude, sont amenées par des procédés de même nature différant peut-être par l'intensité et par la durée de leur action. Les découvertes de MM. Charrin, Guillemonat et Levaditi ont, entre autres mérites, celui de rendre plus vraisemblables les vues que je viens d'exposer et d'aider à faire sortir de la spécificité et du mystère l'une des questions relatives à la doctrine de l'immunité. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur le gluten coagulé et les matières azotées des farines*. Note de M. **Balland**.

« Le gluten que l'on vient d'extraire des farines, jeté dans une capsule contenant de l'eau bouillante, va au fond, puis surnage, après quelques minutes, en prenant la forme spongieuse. Il ne colle plus aux mains; il a perdu son élasticité et, contrairement à ce qui se passe pour le gluten desséché à l'air libre et même à l'étuve, il ne la reprend pas lorsqu'on le remet dans l'eau ordinaire. Cette particularité, signalée par Parmentier en 1773 (*Examen chimique des pommes de terre*), a été mise à profit par Aimé Girard pour le dosage du gluten à l'état sec (*Comptes rendus*, t. CXXIV, p. 880). En coagulant le gluten, on facilite en effet sa dessiccation et l'on évite l'adhérence aux parois des capsules ou des lames de verre sur lesquelles on l'étend avant de le porter à l'étuve.

» J'ai entrepris, sur le gluten coagulé, une série d'expériences analogues à celles que j'ai faites autrefois sur le gluten humide (*Comptes rendus*, t. CXIX, p. 566). Le gluten, fortement exprimé à la main, a été pesé, maintenu dans l'eau bouillante pendant dix minutes, essoré dans un linge, pesé, séché pendant vingt-quatre heures à 100°, puis pesé à nouveau.

» Il résulte de nos observations que les glutens, tels qu'on les retire des farines, plongés dans l'eau bouillante, acquièrent une hydratation assez uniforme en perdant plus ou moins d'eau. Dans les farines de bonne conservation, à acidité normale, la perte est de 10 à 26 pour 100; mais dans les vielles farines, dont l'acidité est élevée (0,130 à 0,280 pour 100), elle n'atteint que rarement 10 pour 100. Le gluten des premières, qui, avant sa coagulation, retient le plus souvent 66 à 71 pour 100 d'eau, n'en retient que 60 à 63 pour 100 à l'état coagulé; pour les farines anciennes, l'hydratation avant et après coagulation présente moins d'écarts (60 à 64 avant et 57 à 61 après).

» Le dosage du gluten *à l'état coagulé* offrirait donc plus de garanties que le dosage à l'état humide qui se fait habituellement. Le dosage *à l'état sec*, en écartant toutes les causes d'erreurs dues à l'hydratation, donne, assurément, des résultats comparables, mais il n'est pas à l'abri de la critique. Le gluten sec, en effet, présente une composition très variable; il retient toujours, suivant les lavages auxquels on l'a soumis et suivant le

taux d'extraction des farines ou leur ancienneté, plus ou moins d'amidon, de cellulose, de graisse et de matières minérales. Dans les glutens longuement lavés, la matière azotée, représentée par 16 pour 100 d'azote, dépose à peine 90 pour 100; si les lavages sont plus restreints, ce qui arrive fréquemment, elle tombe au-dessous de 80 pour 100. La composition des glutens ayant passé par l'eau bouillante ne diffère pas sensiblement de celles des mêmes glutens qui n'ont pas subi ce traitement.

» De deux farines fraîches blutées l'une à 30 pour 100 et l'autre à 20 pour 100, on a retiré des glutens qui contenaient, à l'état sec :

		Matière azotée, pour 100.
Farine blutée à 30 pour 100.	Gluten ordinaire très lavé..........	90,52
	Le même après coagulation.........	89,10
	Gluten ordinaire moyennement lavé.	80,35
Farine blutée à 20 pour 100.	Gluten ordinaire très lavé...........	86,10
	Le même après congélation..........	85,48
	Gluten ordinaire moyennement lavé..	74,30

» Ainsi, le gluten sec n'est pas de la matière azotée pure. D'autre part, il ne représente pas toutes les matières azotées insolubles contenues dans les farines; il y a toujours une partie de ces matières qui est entraînée avec l'amidon, pendant l'extraction du gluten, et qui ne saurait être confondue avec les matières azotées solubles. Les exemples suivants le prouvent :

» I. D'une farine de choix, de mouture récente, on a extrait le gluten en recueillant avec soin les eaux de lavage, qui ont été ultérieurement jetées sur un filtre, après repos et décantation. On a examiné séparément le gluten, les parties restées sur le filtre et le liquide ayant traversé le filtre. On a trouvé pour 100 de farine :

Eau.........................	13,80	
Gluten sec....................	8,64	dont 7,66 pour la matière azotée;
Résidu sec laissé sur filtre.....	71,28	» 0,43 »
Extrait sec de la liqueur filtrée..	4,05	» 0,86 »
Pertes.......................	2,23	
	100,00	

» Le gluten sec dosé comme précédemment par le procédé Kjeldahl (coefficient 6,25) contenait 88,88 pour 100 de matière azotée, le résidu sec laissé sur le filtre 0,61 pour 100, l'extrait sec 21,48 pour 100 et la farine 9,18 pour 100.

» Le résidu laissé sur le filtre avait 52 pour 100 d'eau au moment où il a été mis à l'étuve, alors que la farine non dépourvue de son gluten en retient, dans des conditions analogues, 57 pour 100.

» La matière azotée est très inégalement répartie dans ce résidu : c'est au centre

qu'il y en a le plus. Avant de procéder au dosage de l'azote, on a mélangé soigneusement la masse au mortier.

» II. Une farine très ordinaire, de mouture récente, a donné :

Eau	13,30		
Gluten sec	8,75	dont 7,55	pour la matière azotée;
Résidu sec laissé sur filtre	70,95	» 0,86	»
Extrait sec de la liqueur filtrée	4,80	» 1,10	»
Pertes	2,20		
	100,00		

» Le gluten sec contenait 86,34 pour 100 de matière azotée, le résidu 1,22 pour 100, l'extrait 23,02 et la farine 9,82.

» III. Une farine première marque du commerce, conservée pendant trois ans, a donné :

Eau	13,00		
Gluten sec	8,55	dont 7,92	pour la matière azotée;
Résidu sec laissé sur filtre	71,70	» 0,60	»
Extrait sec de la liqueur filtrée	4,95	» 0,98	»
Pertes	1,80		
	100,00		

» Le gluten sec contenait 92,7 pour 100 de matière azotée, le résidu 0,85 pour 100, l'extrait 19,94 et la farine 9,51 pour 100.

» IV. Une farine de blé dur des manutentions militaires, conservée pendant deux ans, a donné :

Eau	12,10		
Gluten sec	12,85	dont 11,28	pour la matière azotée.
Résidu sec laissé sur filtre	64,25	» 2,41	»
Extrait sec de la liqueur filtrée	7,95	» 1,91	»
Pertes	2,85		
	100,00		

» Le gluten sec contenait 87,80 pour 100 de matière azotée; le résidu, 3,76 pour 100; l'extrait, 24,10, et la farine, 15,96.

» On voit, par ces exemples, que le gluten, ainsi que je l'ai déjà signalé, se modifie pendant le vieillissement des farines : il perd la faculté de se rassembler, et il est entraîné en plus grande quantité par les lavages. On remarquera aussi, d'après ce qui a été dit plus haut, que les glutens des farines bien blutées, c'est-à-dire relativement dépourvues de graisse, de matières minérales et de cellulose, contiennent la plus forte proportion d'azote et que cette proportion va en s'élevant dans les vieilles farines, chez lesquelles la matière grasse s'est plus ou moins transformée. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Dosage du gaz carbonique au mont Blanc.* Note de M. **Maurice de Thierry**, présentée par M. Janssen.

« Dans une précédente Note, que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie (¹), j'ai donné le résultat des recherches que j'ai effectuées au mont Blanc pendant les campagnes de 1894, 1895 et 1896, sur l'ozone atmosphérique, l'eau oxygénée et l'ammoniac.

» M. Janssen m'ayant honoré de son bienveillant appui, j'ai pu, tout en continuant le dosage méthodique de l'ozone atmosphérique dont la quantité croît toujours avec l'altitude, commencer le dosage de l'*anhydride carbonique,* dans l'air des hautes régions.

» Comme pour l'ozone, j'ai donné la préférence à la méthode suivie chaque jour par MM. Albert Lévy et Marboutin (²), à l'observatoire municipal de Montsouris. Cette méthode consiste à faire passer une grande quantité d'air (de 100 à 150 litres), dans une série de tubes de Pettenkofer contenant une solution alcaline. L'opération terminée, la liqueur est recueillie et titrée à l'aide de la phénolphtaléine.

» Pour éviter les causes d'erreur inhérentes aux agglomérations, aux produits de la combustion des foyers, à la présence des matières organiques, etc., je me suis installé sur le toit d'un chalet situé à 2^{km} de Chamonix et à 1080^{m} d'altitude. Sous un abri improvisé, ouvert à tous les vents, j'ai placé trois tubes de Pettenkofer. Ces tubes de 1^{m} de longueur sont recourbés à angle droit à l'une de leurs extrémités sur laquelle est soufflée une boule pour empêcher les projections du liquide par le barbotage de l'air. L'autre extrémité élargie sur une longueur de 20^{cm} environ, fait un angle obtus avec le corps du tube et reçoit à l'intérieur un petit tube effilé en verre maintenu par un bouchon de caoutchouc et par lequel l'air aspiré pénètre bulle à bulle. Les tubes de Pettenkofer étaient inclinés légèrement sur l'horizontale, de façon que l'air en arrivant produisît une série de bulles qui s'élevaient lentement sans cependant se réunir. Ils communiquaient avec un aspirateur exactement jaugé, permettant de faire passer un volume d'air déterminé.

» Après avoir lavé les tubes et les différentes parties de l'appareil avec de l'eau préalablement bouillie pendant deux heures, pour éviter toute introduction de gaz carbonique, les tubes ont été garnis d'une solution titrée d'hydrate de potassium et l'on a fait passer bulle à bulle $150^{lit},500$ d'air. L'ouverture du tube servant à la prise

---

(¹) Séance du 1er mars 1897.

(²) Je me fais un devoir de remercier ici M. Albert Lévy, chef du Service chimique de l'observatoire municipal de Montsouris, et M. Marboutin, sous-chef de ce Service, pour leurs précieux conseils et pour les appareils nécessaires à ces dosages qu'ils ont bien voulu mettre à ma disposition.

d'air regardait le mont Blanc, c'est-à-dire le sud. La température moyenne était de 20°,5; le vent ouest-sud-ouest; la pression barométrique moyenne de $682^{mm},25$; le ciel très pur, le temps très beau.

» Les mêmes appareils ont été transportés et installés à l'observatoire des Grands-Mulets, situé à 3050^m d'altitude. La prise d'air était établie à une très grande hauteur du glacier et des rochers pour éviter les divergences qu'une agitation continuelle entretient au niveau du sol. L'ouverture du tube aspirateur regardait le mont Blanc, c'est-à-dire le sud-est. Le vent était du sud-ouest et très faible; le ciel très pur, pas un nuage à l'horizon. La pression barométrique moyenne de $542^{mm},75$ et la température moyenne de + 8°,5.

» Les quantités d'*anhydride carbonique* trouvées à Chamonix et aux Grands-Mulets sont indiquées dans les Tableaux ci-dessous :

Localités.	Altitudes.	Dates.	Température centigrade.	Pression.	Volume d'air aspiré.	100 mètres cubes d'air contiennent.
Grands-Mulets.....	3050^m	20 août 1898	+ 8°,5	$542^{mm},75$	$150^{lit},500$	$26^{lit},9$
Chamonix-les-Pratz.	1080^m	5 sept. 1898	+20°,5	$682^{mm},25$	$150^{lit},500$	$26^{lit},2$

Comparaisons avec Montsouris.

Dates.	Chamonix-les-Pratz.	Grands-Mulets.	Montsouris (nombre moyen).
20 août 1898............	»	$26^{lit},9$	$32^{lit},1$ pour 100 mètres cubes d'air
3 septembre 1898.......	$26^{lit},2$	»	$32^{lit},1$ » »

» Comme on peut le voir à l'examen de ces Tableaux, *la quantité d'anhydride carbonique diminue très peu avec l'altitude*, ainsi que de Saussure l'avait remarqué, du reste, en 1828. 100^{mc} d'air pris à 3050^m en contiennent $25^{lit},9$, au lieu de $32^{lit},1$ à Montsouris.

» J'ajouterai, en terminant cette Note, que les neiges fraîches et anciennes (névé), ainsi que l'eau de fusion de couches glacières, même très profondes (crevasses, moulins, etc.), prises soit au sommet du mont Blanc (4810^m), soit aux Grands-Mulets, soit sur les glaciers de Talèfre et du Géant, ne m'ont jamais donné, comme je l'avais publié l'année dernière, aucune des réactions de l'eau oxygénée. »

M. **B. de Balassny** adresse une Note relative à la décharge électrique et à la constitution de l'étincelle.

La séance est levée à 4 heures un quart.

J. B.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 7 AOUT 1899,

PRÉSIDÉE PAR M. MAURICE LÉVY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉCANIQUE. — *Sur les mouvements de roulement; équations du mouvement analogues à celles de Lagrange.* Note de M. **APPELL**.

« On sait que les équations de Lagrange ne peuvent pas être appliquées, sans modifications, aux problèmes de Dynamique dans lesquels certaines liaisons consistent en ce que des corps solides sont assujettis à rouler et pivoter les uns sur les autres. Cette difficulté a été signalée par M. Vierkandt et a fait depuis l'objet des recherches de MM. Hadamard, Carvallo, Korteweg.

» Je me propose d'indiquer ici une forme simple des équations du mouvement, analogue à celle de Lagrange et s'appliquant en particulier à ce genre de liaisons.

» Soit, pour fixer les idées, un système à trois paramètres indépendants q_1, q_2, q_3, soumis à des forces X, Y, Z. Supposons les liaisons de telle nature que, les paramètres subissant des variations infiniment petites arbitraires δq_1, δq_2, δq_3, on ait, pour un point quelconque (x, y, z) du système, le déplacement virtuel

$$(1)\qquad \left\{\begin{aligned} \delta x &= a_1\,\delta q_1 + a_2\,\delta q_2 + a_3\,\delta q_3,\\ \delta y &= b_1\,\delta q_1 + b_2\,\delta q_2 + b_3\,\delta q_3,\\ \delta z &= c_1\,\delta q_1 + c_2\,\delta q_2 + c_3\,\delta q_3,\end{aligned}\right.$$

où a_1, a_2, a_3, b_1, b_2, b_3, c_1, c_2, c_3 sont des fonctions de q_1, q_2, q_3, les deuxièmes membres des relations (1) *n'étant pas des différentielles totales exactes*.

» Dans ces conditions les équations de Lagrange ne s'appliquent pas.

» L'équation générale de la Dynamique déduite du principe de d'Alembert est

$$(2)\qquad \Sigma m(x''\,\delta x + y''\,\delta y + z''\,\delta z) = \Sigma(\mathrm{X}\,\delta x + \mathrm{Y}\,\delta y + z\,\delta z),$$

où x'', y'', z'' sont les dérivées deuxièmes des coordonnées par rapport au temps.

» Cette équation doit avoir lieu pour tous les déplacements (1) compatibles avec les liaisons : elle se décompose donc dans les trois équations suivantes :

$$(3)\qquad \left\{\begin{aligned} \Sigma m(x''a_1 + y''b_1 + z''c_1) &= \Sigma(\mathrm{X}a_1 + \mathrm{Y}b_1 + \mathrm{Z}c_1),\\ \Sigma m(x''a_2 + y''b_2 + z''c_2) &= \Sigma(\mathrm{X}a_2 + \mathrm{Y}b_2 + \mathrm{Z}c_2),\\ \Sigma m(x''a_3 + y''b_3 + z''c_3) &= \Sigma(\mathrm{X}a_3 + \mathrm{Y}b_3 + \mathrm{Z}c_3).\end{aligned}\right.$$

» Pour transformer ces équations, remarquons que le déplacement réel du point x, y, z pendant le temps dt est donné par

$$dx = a_1\,dq_1 + a_2\,dq_2 + a_3\,dq_3,\quad \ldots,$$

ou, en divisant par dt et désignant par x', y', z', q'_1, q'_2, q'_3 les dérivées $\frac{dx}{dt}, \ldots, \frac{dq_1}{dt}, \ldots,$

$$(4)\qquad \left\{\begin{aligned} x' &= a_1 q'_1 + a_2 q'_2 + a_3 q'_3,\\ y' &= b_1 q'_1 + b_2 q'_2 + b_3 q'_3,\\ z' &= c_1 q'_1 + c_2 q'_2 + c_3 q'_3;\end{aligned}\right.$$

on en déduit, en prenant les dérivées totales par rapport au temps,

$$(5)\qquad \begin{cases} x'' = a_1 q_1'' + a_2 q_2'' + a_3 q_3'' + \ldots, \\ y'' = b_1 q_1'' + b_2 q_2'' + b_3 q_3'' + \ldots, \\ z'' = c_1 q_1'' + c_2 q_2'' + c_3 q_3'' + \ldots, \end{cases}$$

où les termes non écrits ne contiennent pas q_1'', q_2'', q_3''. Cela posé, on a évidemment

$$a_1 = \frac{\partial x''}{\partial q_1''}, \qquad b_1 = \frac{\partial y''}{\partial q_1''}, \qquad c_1 = \frac{\partial z''}{\partial q_1''};$$

la première des équations (3) s'écrit alors

$$\Sigma m\left(x''\frac{\partial x''}{\partial q_1''} + y''\frac{\partial y''}{\partial q_1''} + z''\frac{\partial z''}{\partial q_1''}\right) = Q_1,$$

en posant

$$Q_1 = \Sigma(X a_1 + Y b_1 + Z c_1);$$

si donc on désigne par S la fonction

$$S = \tfrac{1}{2}\Sigma m(x''^2 + y''^2 + z''^2), \\ = \tfrac{1}{2}\Sigma m J^2,$$

où J est l'accélération du point m, l'équation du mouvement est

$$\frac{\partial S}{\partial q_1''} = Q_1;$$

on a de même

$$\frac{\partial S}{\partial q_2''} = Q_2,$$

$$\frac{\partial S}{\partial q_3''} = Q_3.$$

» La mise en équations du problème est donc ramenée au calcul de la fonction S. Les deuxièmes membres Q_1, Q_2, Q_3 des équations se calculent comme dans les équations de Lagrange.

» On a ainsi une forme des équations du mouvement qui convient à tous les genres de liaisons et qui exige le calcul de la seule fonction $\frac{1}{2}\Sigma m J^2$, composée avec les accélérations comme la demi-force vive l'est avec les vitesses.

» Pour calculer cette fonction S relative à un corps solide, on se servira des formules classiques donnant la vitesse et l'accélération des divers points d'un solide en mouvement. Il est d'ailleurs évident qu'il suffit de

calculer, dans S, les termes contenant q''_1, q''_2, q''_3, puisque les autres termes ne donnent rien quand on prend les dérivées partielles par rapport aux q''. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Déterminations thermochimiques. L'éthylènediamine;* par M. **Berthelot**.

« Voici quelques déterminations faisant suite à celles que j'ai publiées sur les principes qui interviennent dans la production de la chaleur animale et dans les synthèses chimicobiologiques. Elles ont porté sur les acides de la bile, sur l'amygdaline, glucoside extrêmement répandu dans les fruits végétaux et qui produit l'acide cyanhydrique et l'essence d'amandes amères; sur la conicine, alcali de la ciguë; enfin et surtout, sur un alcali fort important, l'éthylènediamine, type le plus simple de ces alcaloïdes polyazotés, bivalents, qui jouent un si grand rôle parmi les alcalis thérapeutiques.

I. — Acide cholalique : $C^{24}H^{40}O^5, H^2O = 426$.

» L'échantillon que j'ai étudié provenait de la fabrique de Merck : il était cristallisé, répondant à la formule $C^{24}H^{40}O^5, 2\frac{1}{2}H^2O$. Il perdait dans le vide à froid $1\frac{1}{2}H^2O$, et la même dose sensiblement à 100°; pourvu que l'on ne prolongeât pas indéfiniment la dessiccation. Voici l'analyse du corps séché à 100° (0,1 de cendres déduites) :

	Trouvé.	Calculé.
C	67,66	67,6
H	9,95	9,85

» Chaleur de combustion dans la bombe (corps précédent séché à 100°) 1^{gr} : $7986^{cal},4$; $7988^{cal},7$; $7980^{cal},0$ à volume constant. D'où :

» *Chaleur de combustion moléculaire :* $3401^{Cal},7$ à volume constant; $3406^{Cal},1$ à pression constante. Soit pour 1^{gr} de carbone : 11827^{Cal}.

» *Chaleur de formation par les éléments :* pour $C^{24} + H^{42} + O^6$: $+306^{Cal},35$; pour $C^{24} + H^{40} + O^5 + H^2O$ liquide : $+237^{Cal},35$.

» L'acide cholalique peut être privé de H^2O par une température plus élevée; mais il n'est pas prouvé qu'il ne soit pas altéré par là dans sa constitution, le départ de l'eau pouvant même être poussé plus loin et par degrés (acide choloïdinique, dyslysine, etc.). J'ai étudié plusieurs de ces

produits, de l'ordre des lactones ou anhydrides dérivés des acides monobasiques qui renferment plus de deux atomes d'oxygène. Mais les résultats observés ne m'ont pas paru suffisamment définis pour les rapporter.

» L'acide cholalique peut être, en théorie seulement jusqu'ici, regardé comme dérivé de la cholestérine

$$C^{26}H^{44}O + 5O^2 = C^{24}H^{40}O^5 + 2CO^2 + 2H^2O;$$

cette réaction dégagerait $+ 442^{Cal},1$; soit $+ 44^{Cal},2$ par atome d'oxygène fixé, valeur notamment plus faible que celle de la première oxydation qui change un alcool en acide monobasique :

$$C^2H^6O + O^2 = C^2H^4O^2 + H^2O \text{ dégage.............. } +58,1 \times 2$$

mais comparable à la chaleur d'oxydation d'un acide monobasique à deux atomes d'oxygène fixant ultérieurement un ou plusieurs atomes additionnels [$+40,6$ pour $C^2H^4O^3$; $+37,9$ pour $C^7H^6O^3$ (ortho), etc.] (1).

» On pourrait admettre aussi $3O^2$ fixés sur la cholestérine avec formation d'acide acétique $C^{24}H^{40}O^5 + C^2H^4O^2$: ce qui dégagerait $+226,7$ ou $37,8 \times 6$, la combustion étant moins avancée.

II. — Amygdaline : $C^{20}H^{17}AzO^{11} = 457$.

» L'amygdaline cristallisée a été séchée à 120°, analysée, puis brûlée dans la bombe calorimétrique. Deux combustions. Pour 1^{gr} : $5137^{cal},3$ et $5141^{cal},9$ à volume constant.

» *Chaleur de combustion rapportée au poids moléculaire :* $2348^{Cal},7$ à volume constant et $2349^{Cal},2$ à pression constante.

» *Formation par les éléments :* $+ 468,5$.

» Fermentation (rapportée aux corps séparés par l'eau).

$$C^{20}H^{17}AzO^{11} \text{ cr.} + 2H^2O \text{ liq.} = 2C^6H^6O^6 \text{ cr.} + C^7H^6O \text{ liq.} + CHAz \text{ liq.} \ldots \quad -0^{Cal},7$$

c'est-à-dire chaleur sensiblement nulle dans les limites d'erreur.

III. — Conicine : $C^8H^{17}Az = 127$.

» Desséchée par KOH fondue, rectifiée dans un courant d'hydrogène et analysée.

	Trouvé.	Calculé.
C...........................	75,31	75,59
H...........................	13,2	13,3

» Deux combustions. Pour 1^{gr}, $10007^{cal},8$ et $10047^{cal},6$.

(1) *Thermochimie : Données et lois numériques*, t. I, p. 642.

» *Chaleur de combustion rapportée au poids moléculaire* : $1273^{\text{Cal}},5$ à volume constant et $1275^{\text{Cal}},5$ à pression constante.

» *Formation par les éléments* : $+ 65^{\text{Cal}},4$ liquide.

» *Dissolution* (1 partie + 150 parties eau) à 26° : $+5^{\text{Cal}},1$.

» *Neutralisation* : HCl dilué + $C^8H^{17}Az$ dissoute $+ 11^{\text{Cal}},4$.

» Ce chiffre la rapproche des bases tertiaires de la série grasse.

» *Chlorhydrate de conicine* : $C^8H^{17}Az, HCl$. — La chaleur de dissolution a été trouvée différente sur deux échantillons d'origine distincte.

» 1. Avec un chlorhydrate blanc cristallisé, acheté chez Kahlbaum, et vérifié par analyse :

$C^8H^{17}Az, HCl$ (1 p. + 80 p. eau) à 20° .... $-0^{\text{Cal}},89$

» 2. Avec un échantillon préparé dans mon laboratoire au moyen de la conicine de Merck purifiée :

$C^8H^{17}Az, HCl$ (1 p. + 120 p. eau) à 24°............... $-1^{\text{Cal}},49$

» Ces chlorhydrates doivent dériver de conicines isomères. En tous cas la chaleur de formation du chlorhydrate solide, même la plus forte, est inférieure à celle du chlorhydrate d'ammoniaque pour des états comparables, ainsi qu'à celle de la pipéridine, mais supérieure à celle du chlorhydrate d'aniline. En effet :

	Cal
AzH^3 liquide + HCl gaz = AzH^3, HCl solide..........	+ 38,2
$C^5H^{11}Az$ liq. + HCl gaz = $C^5H^{11}Az, HCl$ solide.......	+ 38,2
C^6H^7Az liq. + HCl gaz = C^6H^7Az, HCl solide	+ 27,3
$C^8H^{17}Az$ liq. + HCl gaz = $C^8H^{17}Az, HCl$ solide	+ 35,4

» On sait que la synthèse de la conicine et de plusieurs de ses isomères conduit à les envisager comme des propylpipéridines. Or, la chaleur de formation de la pipéridine par ses éléments, déterminée par M. Delépine, est égale à +24,5. Ce nombre diffère de $40^{\text{Cal}},9$ de la chaleur de formation de la conicine : ce qui montre qu'il ne s'agit pas d'un homologue régulier, pour lequel la différence C^3H^6 répondrait seulement à 17^{Cal}. Mais la discussion de ces différences nous conduirait trop loin.

IV. — Éthylènediamine : $C^2H^8Az^2 = 60$.

» L'étude de l'éthylènediamine, type des bases dérivées de 2 molécules d'ammoniaque, est très intéressante. J'ai déterminé la chaleur de formation de l'éthylènediamine anhydre, $C^2H^8Az^2$; de son hydrate, $C^2H^{10}Az^2O$, et de son dichlorhydrate, $C^2H^{10}Az^2Cl^2$.

» J'ai pris comme base de mes mesures la chaleur de combustion de l'hydrate, ce corps étant moins promptement altérable au contact de l'air humide que la base anhydre. Les produits que j'ai mis en œuvre viennent de Kahlbaum : j'en ai vérifié d'abord les propriétés et la composition.

» *Hydrate.* — Ce corps ne répondait pas exactement à la formule $C^2H^{10}Az^2O$; car l'analyse a donné :

	Trouvé.	Calculé.
C................	32,2	30,8
H................	12,8	12,8
Az................	37,4	35,9
O................	17,6	20,5

» Cet écart résulte de la dissociation partielle que l'hydrate éprouve pendant sa préparation; il répond à l'existence d'un sixième de base anhydre dans la substance. On a tenu compte de cette circonstance dans les calculs qui suivent.

» En définitive, pour la molécule $C^2H^{10}Az^2O = 78^{gr}$, la *chaleur de combustion moléculaire* a été trouvée égale à $452^{Cal},4$ à volume constant; 453^{Cal} à pression constante.

» La *formation par les éléments*

$$C^2 + H^{10} + Az^2 + O = C^2H^{10}Az^2O \text{ liq.} + 80^{Cal},6;$$

à l'état dissous : $+85^{Cal},1$.

» La *chaleur de dissolution* de la matière (1 partie + 65 parties d'eau) à 25°, a été trouvée sans correction : +5,08; en la corrigeant d'un sixième d'anhydride, on trouve, pour $C^2H^{10}Az^2O$, +4,68.

» La *chaleur de neutralisation* du corps dissous par $2AzO^3H$ étendu, à 26° : +23,2; valeur concordante avec le chiffre trouvé par MM. Colson et Darzens, pour HCl étendu *vers* 15°, soit $+23^{Cal},5$ (¹). Le faible écart +0,3 répond à l'inégalité des températures.

» *Base anhydre.* — J'en ai déterminé la chaleur de dissolution dans l'eau.

$C^4H^8Az^2$ eau (1 partie + 65 parties eau), à 25°...... $+7^{Cal},45$

» MM. Colson et Darzens ont donné +7,6 à 15°.

» J'ai vérifié la pureté du produit, en en mesurant la chaleur de neutra-

---

(¹) *Comptes rendus*, t. CXVIII, p. 250; 1894.

lisation par l'acide azotique étendu. Soit $+23^{Cal},25$: ce qui concorde avec la mesure effectuée sur l'hydrate soumis à une analyse directe.

» Il résulte de ces chiffres que la combinaison de la base anhydre avec une molécule d'eau

$C^2H^8Az^2$ liq. + H^2O liq., dégage à 25°...... $+7,45-4,68=2^{Cal},77$

» Ce chiffre est comparable avec la chaleur dégagée dans la formation de l'hydrate d'ammonium, d'après mes anciennes mesures :

AzH^3 liquide + H^2O liq. = AzH^5O liquide.............. $+3^{Cal},11$

» Les composés ainsi formés dérivent de l'azote pentavalent, comme le chlorure d'ammonium AzH^4Cl, et le dichlorhydrate $C^2H^{10}Az^2Cl^2$. Rappelons que l'hydrate d'éthylènediamine éprouve, lorsqu'on le distille, une certaine dissociation.

» La *chaleur de formation de l'anhydride par les éléments* est facile à calculer; car elle est égale à celle de l'hydrate, diminuée de celle de l'eau et de la chaleur de combinaison de l'eau avec l'anhydride

$x=+80,6-69,0-2,8=+8^{Cal},8$ pour $C^2+H^8+Az^2=C^2H^8Az^2$ liq.

» *Dichlorhydrate* : $C^2H^{10}Az^2Cl^2$. — C'est un beau corps, bien cristallisé. J'ai vérifié la composition de mon échantillon.

» *Chaleur de dissolution* (1 p. + 70 p. eau) à 24°,8 : $-6^{Cal},65$. MM. Colson et Darzens ont donné, à 15°, $-7,55$. La différence résulte de l'inégalité des températures.

» *Neutralisation*. — J'ai cherché quelle était l'action des alcalis minéraux sur ce dichlorhydrate, en ajoutant à sa dissolution, d'abord 1 éq., puis 2 de NaOH (1 mol. = 2^{lit} à 25°). La première addition a dégagé $+2^{Cal},57$; la seconde addition, $+2^{Cal},28$; en tout, $+4^{Cal},85$.

» En admettant que la première addition réponde au déplacement total de la seconde molécule de HCl saturée par l'éthylènediamine, la chaleur de neutralisation de cette seconde molécule serait égale, à 25°, à

$$13,45-2,57=+10,88,$$

valeur qui répond à la mesure directe de MM. Colson et Darzens : $+11,0$ à 15°. La réaction de la première molécule HCl dégage $+12,3$; à peu près autant que AzH^3. Cependant, l'action réunie de 2NaOH a dégagé, en fait, $+4,85$, au lieu de $+26,9-23,2=+6,7$ valeur résultant des précédentes mesures relatives à la saturation totale de 2HCl par l'éthylènediamine.

» L'écart entre ces nombres indique que le déplacement de cet alcali par la soude n'est pas total. Il y a un partage, lequel répond surtout à la 1re capacité de saturation, les 2 molécules d'acide successives exerçant une action inégale, conformément aux indications des savants que je viens de citer; c'est-à-dire que :

$C^4H^{10}Az^2O$ dissous	+ 1er HCl dissous à 25°, dégage		......	+12,4
»	+ 2e HCl	»	»	+10,8
			Total...........	+23,2

» *Chaleur de formation par les éléments.* — Elle se calcule d'après les données précédentes, conformément à l'équation

$$C^2H^{10}Az^2O \text{ dissous} + 2HCl \text{ dissous} = C^2H^{10}Az^2Cl^2 \text{ crist.} + H^2O \text{ liq.}$$

$$(+85,1 + 78,4 + 23,2 + 6,60 = 193,5) - 69 = +124,5$$

pour

$$C^2 + H^{10} + Az^2 + Cl^2 = C^2H^{10}Az^2Cl^2 \text{ solide.}$$

» J'ai essayé de contrôler cette valeur en brûlant le chlorhydrate dans la bombe, en présence d'une solution de Az^2O^3. Mais la combustion se fait mal, même avec addition de camphre. Il reste plusieurs centièmes d'une matière charbonneuse et l'on retrouve dans la solution une dose notable de chlorhydrate d'ammoniaque. Malgré ces causes d'erreur, l'écart sur la chaleur de combustion calculée ne dépassait pas un centième. Mais une telle valeur ne mérite pas la même confiance, à cause des corrections.

» On peut se rendre compte de la facilité avec laquelle le dichlorhydrate d'éthylènediamine régénère du chlorhydrate d'ammoniaque, sous l'influence de la chaleur notamment, si l'on se reporte à la chaleur de formation de ce dernier composé par les éléments, soit +76,8; laquelle répond presque aux deux tiers de la chaleur de formation du dichlorhydrate. Il devrait rester ainsi un monochlorhydrate

$$C^2H^6AzCl \quad \text{ou} \quad C^2H^5Az, HCl.$$

On sait que par l'action brusque de la chaleur les éléments de ce dernier se polymérisent en formant le composé $(C^2H^4)^2Az^2, 2HCl$, et consécutivement des goudrons, qui se rencontrent en fait lors de la combustion dans la bombe calorimétrique.

» *Chaleur de formation par l'acide et la base*

$C^2H^8Az^2$ liq. + 2HCl gaz. = $C^2H^{10}Az^2Cl^2$ solide......... +70,9

$\frac{70,9}{2} = 35,45$ est plus faible que $+38,2$, qui répond à la formation AzH^4Cl depuis AzH^3 liquide. Cette relation correspond avec la moindre chaleur de neutralisation moyenne $\frac{1}{2}23,2 = 11,6 < 12,4$ observée avec AzH^3.

» Le chiffre 35,45 est d'ailleurs comparable à la chaleur de formation du chlorhydrate de conicine, calculée pour les mêmes états (+35,4), mais supérieur à la chaleur de formation du chlorhydrate d'aniline, calculée de même : +27,3. On voit comment ces données rendent compte de la force relative des bases amidées, même en l'absence de l'eau et de toute considération empruntée aux conductibilités électrolytiques des dissolutions.

» On peut encore comparer l'hydrate d'éthylènediamine avec l'hydrate d'ammonium et avec l'hydrate de potasse :

	Cal
AzH^3, H^2O liq. + HCl gaz. = AzH^4Cl sol. + H^2O liq.....	+ 35,1
KOH sol. + HCl gaz. = KCl sol. + H^2O liq.	+ 37,5
$C^2H^{10}Az^2O$ liq. + H^2O liq. + $2HCl$ gaz	
= $C^2H^{10}Az^2Cl^2$ sol. + $2H^2O$ liq	+ 68,1 ou + 34,05 × 2

» La formation du chlorure de potassium l'emporte sur les autres et l'écart serait plus grand encore si l'on retranchait de ces derniers, pour rendre les états comparables, comme il convient, la chaleur de solidification de la base. En outre, la moitié de la chaleur de formation du dichlorhydrate d'éthylènediamine est inférieure à la chaleur de formation du chlorhydrate d'ammoniaque; mais il est probable que celle-ci serait surpassée par la formation du premier chlorhydrate d'éthylènediamine.

» Tous ces résultats et rapprochements montrent l'importance des données thermochimiques pour la statique chimique et l'étude de la constitution des corps. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'azotate d'argent ammoniacal*, par MM. **Berthelot** et **Delépine**.

« L'emploi de l'azotate d'argent ammoniacal, comme intermédiaire dans certaines mesures calorimétriques, nous a conduits à une étude plus complète de ce composé, qui représente en réalité l'azotate d'une base ammoniée complexe stable et formant deux sels stables dans leurs dissolutions, base aussi puissante que les alcalis minéraux dissous. Elle est comparable

sous ce rapport à la platosamine et à la base ammoniaco-magnésienne, définie au point de vue thermochimique par l'un de nous (*Ann. de Ph. et de Ch.*, 6e série, t. XI, p. 311; 1887. — *Thermochimie: Données et lois numériques*, t. II, p. 264).

» Cet ordre d'alcalis complexes peut être comparé avec les composés doués d'affinités inverses, c'est-à-dire avec les acides complexes dérivés des cyanures et des chlorures métalliques, lesquels constituent des acides puissants de l'ordre des hydracides les plus forts.

» Voici les faits que nous avons observés relativement à l'azotate d'argent ammoniacal :

$$\begin{aligned} &AzO^3Ag(1\text{ mol.} = 2^{lit}) + 2AzH^3(1\text{ mol.} = 1^{lit}) \\ &\quad = AzO^3Ag, 2AzH^3(1\text{ mol.} = 4^{lit}) \ldots\ldots\ldots \quad +13^{Cal},35 \end{aligned}$$

» L'addition d'un excès d'ammoniaque, $2AzH^3$ diss., produit des effets à peine sensibles : + 0,067; ce qui montre que le sel dissous n'est pas sensiblement dissocié.

» Réciproquement, on a trouvé, à 15° :

$$AzO^3Ag, 2AzH^3(1\text{ mol.} = 2^{lit}) + 2AzO^3H(1\text{ mol.} = 2^{lit}) \ldots \quad +12^{Cal},25$$

ce qui conduit à + 13,15 pour la réaction directe. Moyenne, + 13,25.

» Le mélange des dissolutions d'azotate d'argent et d'azotate d'ammoniaque produit d'ailleurs des effets thermiques insensibles, ce qui exclut la formation d'un sel double, je dis stable en dissolution.

» Si l'on admet que le premier équivalent d'ammoniaque déplacerait simplement 1 équivalent d'oxyde d'argent ($\frac{1}{2}Ag^2O$), en formant 1 molécule d'azotate d'ammoniaque (N = 12,45), le phénomène thermique résultant serait un dégagement de $12,45 - 5,2 = +7^{Cal},25$. Le second équivalent d'ammoniaque dégagerait alors + 6,0, en provoquant la formation d'un oxyde ammoniargentique

$$\left.\begin{matrix} AzH^3Ag \\ AzH^3Ag \end{matrix}\right\} O,$$

lequel s'unit aussitôt à l'ammoniaque de l'azotate d'ammoniaque pour former l'oxyde d'une base plus complexe, dans laquelle l'argent est substitué par l'argentammonium

$$\left.\begin{matrix} AzH^3(AzH^3Ag) \\ AzH^3(AzH^3Ag) \end{matrix}\right\} O.$$

» Cet oxyde complexe forme toute une série régulière de sels cristallisés et solubles, tels que l'azotate décrit dans cette Note :

$$AzO^3[AzH^3(AzH^3Ag)];$$

un hyposulfate (Rammelsberg) :

$$S^2O^5[AzH^3(AzH^3Ag)]^2;$$

un sulfate (Mitscherlich) :

$$SO^4[AzH^3(AzH^3Ag)]^2;$$

un chlorate (Wachter) :

$$ClO^3[AzH^3(AzH^3Ag)]^2.$$

» L'oxyde ainsi formé répond à la formule brute $Ag^{23}O, 4AzH^3$, dans la dissolution. L'absence de réaction d'un excès d'ammoniaque, sur le sel formé et dissous, montre qu'il n'existe pas dans les liqueurs un oxyde salifiable, stable, plus riche en ammoniaque.

» L'oxyde dissous, que nous signalons en ce moment, répond à un composé solide, dit *argent fulminant* (Berthollet) et qui peut être obtenu cristallisé par simple évaporation (Higgins). On n'a pas vérifié si les cristaux se redissolvent dans l'eau pure ou ammoniacale, ni quelle en est la composition réelle; en raison de leur caractère explosif extrêmement sensible, lequel a déterminé, à plusieurs reprises, de graves accidents. Nous nous sommes donc bornés à expérimenter sur l'oxyde dissous.

» Pour analyser de plus près les phénomènes et distinguer entre la chaleur propre de formation de cet oxyde et sa chaleur de neutralisation, nous avons mesuré la chaleur dégagée lorsqu'on dissout l'oxyde d'argent pur, récemment précipité et bien lavé, dans un excès d'ammoniaque étendue. La dissolution est facile et complète avec un oxyde frais.

$Ag^2O + nAzH^3$ étendu, dégage.............. $+10^{Cal},45$

» Ce chiffre mérite d'être noté; il montre que l'oxyde d'argent dégage à peu près la même quantité de chaleur en s'unissant, pour former un composé, soit à l'acide azotique étendu, soit à l'ammoniaque étendue : rapprochement sans doute fortuit, mais cependant digne de remarque.

» Si l'on observe que la réaction de l'ammoniaque sur l'azotate d'argent exige seulement $4AzH^3$ pour Ag^2O combiné, le surplus n'ayant pas d'action thermique sensible, on est autorisé à regarder la valeur 10,45 comme

applicable à la formation de l'oxyde $Ag^2O,4AzH^3$ dissous. On a alors

$$\left.\begin{array}{ll} 2AzO^3H \text{ étendu} + Ag^2 \text{ précipité} \ldots\ldots & +10,4 \\ \text{Additionné de } 4AzH^3 \text{ dissous} \ldots\ldots\ldots & +26,5 \end{array}\right\} +36,9.$$

» Si l'on retranche les $10^{Cal},45$ répondant à la formation de l'oxyde complexe, et si l'on appelle N la chaleur de neutralisation d'un équivalent d'acide azotique étendu par cet oxyde,

$$2N = 36,9 - 10,45 = +26,45,$$
$$N = +13,22.$$

» Or, cette valeur est fort voisine de la chaleur de neutralisation de l'acide azotique étendu par les alcalis minéraux dissous. *L'oxyde d'argent-ammonium* est donc *un alcali, de force comparable à celle des alcalis minéraux les plus énergiques*.

» Les données précédentes permettent d'examiner de plus près la suite des phénomènes accomplis dans la réaction de l'ammoniaque sur l'azotate d'argent.

» Nous avons vu que l'on pouvait envisager, au moins en principe, une première action de déplacement simple de l'oxyde d'argent par l'ammoniaque, laquelle dégagerait :

$$2AzO^3Ag\,\text{diss.} + 2AzH^3\,\text{diss.} = 2AzO^3AzH^4\,\text{diss.} + Ag^2O\ldots \quad +24,9 - 10,4 = 14,5$$

» Cet oxyde d'argent, en formant ensuite l'oxyde $Ag^2O,4AzH^3$ dissous, dégage en fait $+10,4$.

» D'autre part, la séparation de l'azotate d'ammoniaque dissous en acide azotique dissous et ammoniaque dissoute absorberait, pour $2AzO^3AzH^4$: $-24,9$.

» Enfin, l'union de cet acide azotique avec l'oxyde d'argentammonium précédent dégagerait, d'après ce qui vient d'être établi : $+26,5$.

» La somme des effets accomplis postérieurement au déplacement de l'oxyde d'argent par l'alcali représente

$$+10,4 - 24,9 + 26,5 = +12,0 \text{ ou } 6,0 \times 2,$$

c'est-à-dire le même chiffre indiqué plus haut.

» Cette concordance constitue une vérification exacte de la chaleur dégagée par la dissolution de l'oxyde d'argent dans une dissolution ammo-

niacale; elle démontre que cette chaleur est la même, soit avec l'oxyde d'argent pur et libre et l'ammoniaque en excès, soit avec l'azotate d'argent et l'ammoniaque, employée dans la proportion exacte de $4AzH^3$ par Ag^2O dégagé immédiatement de sa combinaison. C'est une vérification utile et même indispensable pour établir l'existence d'un seul et même oxyde ammoniacal dans les deux systèmes, identité qui n'était pas évidente *a priori*, en raison de la présence d'un excès d'ammoniaque dans l'un d'eux.

» Examinons maintenant le sel qui renferme cet oxyde complexe, ou si l'on aime mieux le radical ammoniargentique.

» L'azotate d'argentammonium peut être obtenu, comme on sait, par évaporation en beaux cristaux prismatiques, étudiés par Mitscherlich, Weltzar et Marignac.

» Nous en avons vérifié la formule par une analyse nouvelle.

» Ce sel desséché dans le vide ne perd pas d'ammoniaque sensiblement : nous avons trouvé 16,4; calculé 16,6.

» Nous avons trouvé que la dissolution dans l'eau, rapportée à la formule

$AzO^3[AzH^3(AzH^3Ag] + 4^{lit}$ eau, à 15°, absorbe............	$-8^{Cal},96$
dans 2^{lit} »	$-8^{Cal},58$

» Il en résulte

$Az^2 + O^3 + H^6 + Ag =$ sel solide... $+87,15$; sel dissous...	$+78^{Cal},45$
AzO^3Ag solide $+ 2AzH^3$ gaz..............................	$+34^{Cal}$

» Le caractère explosif de l'azotate résulte immédiatement de ces valeurs, car la réaction

$AzO^3Ag, 2AzH^3$ sol. $= 3H^2O$ liq. $+ 3Az + Ag$, dégage....	$+119^{Cal},85$
l'eau supposée gazeuse.................................	$+ 87^{Cal},15$

valeur égale en fait à la chaleur initiale de formation du sel

» Cette étude peut être regardée comme le type de l'étude thermochimique de celle des sels et autres composés dérivés des ammoniures métalliques. »

CORRESPONDANCE.

PHYSIQUE. — *Sur la dilatation du fer et des aciers aux températures élevées.* Note de M. **H. Le Chatelier.**

« La dilatation de l'acier aux températures élevées n'a été étudiée jusqu'ici d'une façon un peu précise que par le professeur Svedelius [1] de l'Université d'Upsal; mais, dans les expériences de ce savant, les variations de température ont été tellement rapides qu'il peut subsister quelques doutes sur l'exactitude des nombres obtenus. J'ai repris l'étude de cette question avec la collaboration de M. Chantepic, aide préparateur de Chimie à l'École des Mines. Nous nous sommes servis du procédé de mesure employé par M. Coupeau [2] dans ses recherches sur la dilatation des pâtes céramiques. Un miroir en silice fondue s'incline plus ou moins, suivant la différence de dilatation entre un support en porcelaine de Sèvres et le corps étudié; il réfléchit un rayon lumineux, dont on mesure le déplacement angulaire.

» Dans la dilatation des fers et aciers, il faut distinguer trois périodes : la première correspond aux températures plus basses que celle du début des transformations moléculaires; la dernière, aux températures supérieures à la fin de ces transformations; entre les deux, la période de ces transformations elles-mêmes.

» *Dilatation aux basses températures.* — Le fer que j'ai employé est un métal fondu, de composition :

C.	Mn.	Si.
0,057	0,13	0,05

» Le Tableau suivant est relevé sur la courbe moyenne déduite d'un grand nombre d'expériences. Les dilatations sont exprimées en prenant le $\frac{1}{100}$ de la longueur initiale de la tige, c'est-à-dire le millimètre pour une

---

(1) *Phil. Mag.*, t. XLVI, août 1898.
(2) *Bulletin de la Société d'encouragement*, octobre 1898.

tige de 100^{mm}. La dernière ligne du Tableau donne le coefficient vrai de dilatation pour chaque intervalle de température de 100°.

Température....	0°	100°	200°	300°	400°	500°	600°	700°	800°.
Dilatation......	»	0,11	0,23	0,36	0,50	0,65	0,81	0,975	1,125
$\frac{d\alpha}{dt} \times 10^6$.......	11	12	13	14	15	16	16,5	15	

» Les expériences faites avec des aciers proprement dits, c'est-à-dire un métal plus riche en carbone, donnent des nombres sensiblement identiques. Voici d'abord la composition des aciers étudiés :

	1.	2.	3.	4.	5.	6.
C..........	0,205	0,49	0,84	1,21	0,80	0,75
Mn.........	0,15	0,24	0,24	0,24	0,15	0,15
Si..........	0,08	0,05	0,14	0,14	0,06	0,06

» On a rapproché, dans le Tableau des dilatations, les résultats relatifs au fer, déjà donnés plus haut :

Température..........	0°	100°	200°	300°	400°	500°	600°	700°
Fer doux.............	»	0,11	0,23	0,36	0,50	0,65	0,81	0,975
Aciers 1, 2, 3, 5, 6.....	»	0,11	0,22	0,35	0,495	0,64	0,81	0,975
Acier 4..............	»	0,105	0,22	0,35	0,50	0,64	0,80	0,96

» Les différences entre les dilatations de ces divers métaux ne dépassent pas $0^{mm},01$, ce qui correspond à la limite de précision des expériences. On peut donc admettre que les fers et les aciers ont des coefficients de dilatation sensiblement identiques, voisins de 0,000011 à la température ordinaire et croissant régulièrement jusque vers 758°, où le coefficient vrai est de 0,000017. Le coefficient moyen, entre 0° et 750°, est alors égal à 0,000014.

» Cette identité approchée des coefficients de dilatation s'explique très bien par ce que l'on sait de la constitution des aciers. Ils sont constitués par une masse prépondérante de fer pur, au milieu de laquelle sont distribués une petite quantité de cristaux du carbure Fe^3C. Les quatre cinquièmes du fer au moins subsistent à l'état non combiné ; il est donc assez naturel que les aciers conservent, à très peu de chose près, la dilatation du métal pur.

» *Dilatation aux températures élevées.* — Au-dessus des températures de transformation moléculaire, la dilatation des différents aciers varie, au con-

traire, très rapidement avec leur teneur en carbone, comme le montre le Tableau suivant :

Teneur en carbone	0,05	0,2	0,8	1,2
$\frac{d\alpha}{dt} \times 10^6$	15	17	22	29

» Ce résultat est encore parfaitement conforme aux notions que nous possédons sur la constitution des aciers. Au-dessus de la transformation moléculaire, le carbure de fer et le fer constituent ensemble une véritable solution solide; dans les cas semblables, comme je l'ai montré antérieurement ([1]), la dilatation n'a aucune relation nécessaire avec celles des constituants; elle peut leur être très supérieure.

» *Période de transformation.* — Il m'a été impossible de réaliser les transformations moléculaires dans des conditions rigoureusement réversibles; sur ce point, mes expériences ne sont pas plus satisfaisantes que celles du professeur Svedelius. Je n'en donne les résultats qu'à titre provisoire, me réservant de revenir ultérieurement sur cette question.

Teneur en carbone	0,05	0,20	0,5	0,8	1,21
Température moyenne de la transformation	840°	768°	728°	730°	725°
Grandeur de la contraction	$0^{mm},26$	$0^{mm},23$	$0^{mm},21$	$0^{mm},08$	$0^{mm},10$

» La contraction est exprimée en fractions de millimètre et rapportée à une longueur de 100^{mm}.

» Ces contractions sont très irrégulières, d'une expérience à l'autre, et souvent suivies de dilatations qui les compensent partiellement. Un grand nombre de ces anomalies s'expliqueraient en admettant que ce changement est la résultante de deux phénomènes qui peuvent être plus ou moins en retard l'un sur l'autre : la transformation moléculaire du fer, qui est accompagnée d'une contraction de 0,26, et la dissolution du carbure de fer dans ce métal transformé, qui serait accompagnée d'une dilatation dont la grandeur serait aussi de 0,26, pour une teneur en carbone voisine de 0,9. »

([1]) *Comptes rendus*, 12 juin 1899.

CHIMIE MINÉRALE. — *Action du chlore sur un mélange de silicium, de silice et d'alumine.* Note de M. ÉMILE VIGOUROUX.

« Une Note très intéressante de MM. Duboin et Gauthier [1], dont je prends connaissance à l'instant, m'amène à communiquer des expériences encore incomplètes que j'ai commencées cet hiver, dans le but de préparer en grand le chlorure de silicium. Deux procédés ont été mis en œuvre : 1° action directe du chlore sur certains siliciures, le siliciure de cuivre industriel en particulier; 2° attaque par le chlore d'un mélange de silicium, de silice et d'alumine. Dans le premier cas, le chlorure de silicium était coloré par du chlorure de fer, dû à la présence d'un siliciure du même métal dans la plupart de ces produits industriels. De plus, la matière fondait dans le tube d'attaque et, à partir de ce moment, la quantité de chlorure de silicium devenait faible. 1^{kg} de siliciure fournissait une moyenne de 200^{gr} de chlorure de silicium brut.

» Pour réaliser le second procédé, on a réduit la poudre de silice par l'aluminium pulvérisé, dans un creuset qui était vivement porté à la température du rouge. La réaction effectuée, on isolait rapidement le tout dans un récipient où le refroidissement s'effectuait à l'abri de l'air, afin d'empêcher la combustion de la masse incandescente. Le mélange froid, vraisemblablement constitué par du silicium et de l'alumine, produits de la réduction, par de la silice et de l'aluminium, échappés à la réaction, était traité par l'acide chlorhydrique, qui dégageait de l'hydrogène, puis par l'eau régale, qui dissolvait un peu de fer et d'alumine. Après lavage et dessiccation, on obtenait une poudre marron clair, que l'on utilisait, comme matière première, pour la préparation du chlorure de silicium. Le chlore l'attaquait, vers le rouge, en formant du chlorure de silicium exempt de chlorure de fer; l'acide chlorhydrique, avant le rouge, fournissait également du chlorure, en même temps que du silicichloroforme.

» Cette méthode est expéditive, peu coûteuse et permet l'épuisement complet du silicium, la masse restant infusible; de plus, elle utilise la source naturelle du silicium, c'est-à-dire la silice, comme l'ancien procédé d'Œrstedt [2]. Elle peut lui être substituée, toutes les fois qu'on hésite à recourir à l'action directe des deux éléments.

» Si, dans mes expériences, la matière brute tirée du creuset n'a pas été traitée par le chlore directement, c'est qu'elle retient toujours de l'aluminium, de sorte que l'action du chlore se porte d'abord sur ce métal, qu'une très faible chaleur transforme en

(1) DUBOIN et GAUTHIER, *Comptes rendus*, t. CXXIX, p. 217.
(2) ŒRSTEDT, *Jahresberichte*, t. VI, p. 119.

chlorure (¹), tandis que l'attaque du silicium ne commence que vers 450°. Il est vrai que la grande quantité de chaleur dégagée par la combustion de l'aluminium amène une température suffisante pour que le silicium prenne feu; mais le chlorure d'aluminium, dont la condensation se fait à l'état solide, en masquant la présence du chlorure de silicium, peut faire croire à la non-existence de ce dernier. Dans mes expériences, le silicium, qui, après attaque du produit brut par les acides, reste intimement mélangé à l'alumine, ne s'est donc pas comporté comme le carbone. Le rôle des deux métalloïdes paraît peu comparable; le carbone, résistant au chlore à toute température, se trouve encore en présence de l'alumine lorsque son action devient efficace (le silicium aurait disparu); en s'emparant de l'oxygène pour former un produit gazeux (CO), il s'élimine constamment et permet au chlore de poursuivre son attaque. Le silicium, au contraire, se conserverait-il en présence du chlore et deviendrait-il susceptible, au moment de la formation du chlorure d'aluminium, de prendre à l'alumine son oxygène, que la réaction serait entravée par l'apparition de la silice qui, s'interposant entre le chlore et l'alumine, empêcherait tout contact.

» Des mélanges de silice et d'aluminium, après réaction et attaque par les acides, ont fourni les résultats suivants :

Nº 1.	Silice.........	230gr	Silicium libre : 9 %
	Al...........	75	
» 2.	Silice.........	225	Silicium libre : 14 %
	Al...........	75	
» 3.	Silice.........	200	Silicium libre : 14 %
	Al...........	100	
» 4.	Silice....... ..	200	Silicium libre : 22 %
	Al...........	100	

» La quantité de silicium libre dépend donc : 1° des proportions de silice et d'aluminium réagissantes; 2° des conditions de refroidissement; c'est le nº 4 qui avait été refroidi avec le plus de soin.

» *Conclusions.* — Un mélange de silice et d'aluminium peut servir à la préparation du chlorure de silicium. Cette préparation se fait en deux temps : 1° réduction, au rouge, de la silice par l'aluminium, *et épuisement par les acides de la poudre obtenue;* 2° attaque par le chlore du résidu abandonné par les acides. »

(¹) L'aluminium, en poudre fine, prend feu dans le chlore vers 100°; s'il est en fragments, les angles s'attaquent d'abord, puis la masse fond et prend la forme d'une boule très incandescente que l'on peut faire rouler dans le tube.

CHIMIE MINÉRALE. — *Action du phosphure d'hydrogène sur l'oxyde, l'hydrate et le carbonate de cuivre* [1]. Note de M. E. **Rubénovitch**, présentée par M. A. Ditte.

« *Oxyde de cuivre.* — L'oxyde préparé par calcination de l'azotate de cuivre contenait 79,14 pour 100 de cuivre (au lieu de 79,82 pour 100 théorique). Mis en présence du phosphure d'hydrogène, dans les conditions décrites dans nos Notes précédentes (*Comptes rendus*, t. CXXVII, p. 270; t. CXXVII, p. 1398), l'oxyde de cuivre est immédiatement attaqué, d'abord lentement, puis énergiquement, avec un dégagement de chaleur considérable.

» La matière noire devient grise; lorsqu'on lave le produit de la réaction par de l'eau fraîchement bouillie et à l'abri absolu de l'air, on trouve dans les eaux de lavage de l'acide phosphorique; on ne trouve pas d'hydrogène dans le résidu gazeux.

» Nous avons obtenu les résultats suivants :

» 1° Pour deux molécules d'oxyde de cuivre il faut une molécule de phosphure d'hydrogène $\left(\text{rapport trouvé } \frac{CuO}{PH^3} = 2{,}06 \text{ et } 1{,}93\right)$.

» 2° La composition du précipité obtenu, séché à l'abri de l'air vers 80°, répond à la formule P^2Cu^5, comme le montrent les analyses suivantes :

	Calculé.	Trouvé.	
		I.	II.
Phosphore	16,4	15,80	15,90
Cuivre	83,6	84,10	83,2
	100,0	99,90	99,1

» 3° Il se forme simultanément de l'acide phosphorique; c'est un cinquième, à très peu près, du phosphore introduit à l'état de phosphure d'hydrogène qui se retrouve à l'état d'acide phosphorique.

» La réaction peut donc être représentée par la formule suivante :

$$5PH^3 + 10CuO = 2P^2Cu^5 + PO^4H^3 + 6H^2O. \quad (1)$$

» *Hydrate de cuivre.* — La matière préparée en précipitant le sulfate de cuivre par la potasse et en lavant le précipité jusqu'à l'enlèvement complet

(1) Ce Travail a été fait au laboratoire de M. Joannis, à la Faculté des Sciences de Paris.

de la potasse contenait 54,24 pour 100 de cuivre, 30,2 pour 100 d'eau et des traces d'acide sulfurique; elle correspondait assez exactement à la formule $Cu(OH)^2 + H^2O$.

» L'action du phosphure d'hydrogène sur ce corps est extrêmement énergique et le dégagement de chaleur est tel que la matière devient incandescente. Pour modérer la réaction, il faut introduire le gaz peu à peu, par petites quantités, et agir à basse température, ou bien tenir la matière en suspension dans l'eau.

» On a trouvé dans le résidu gazeux des quantités variables d'hydrogène, d'autant plus grandes que la réaction était plus énergique. Les quantités d'acide phosphorique, que l'on dose dans les eaux de lavage, effectué à l'abri de l'air, sont aussi variables. Ce qui reste invariable, c'est la composition du précipité gris obtenu qui répond toujours à la formule P^2Cu^5. Voilà les détails de deux expériences, dont la première (*a*) a été effectuée en tenant la matière en suspension dans l'eau, et la seconde (*b*), en laissant le gaz agir énergiquement sur l'hydrate de cuivre.

» (*a*). $0^{gr},5132$ de matière contenant $0^{gr},2783$ ou 4,380 millimolécules de cuivre ont absorbé $45^{cc},36$ ou 2,032 millimolécules de phosphure d'hydrogène avec mise en liberté de $4^{cc},62$ ou 0,207 millimolécules d'hydrogène. Dans les eaux de lavage, on a trouvé $0^{gr},0125$ ou 0,403 millimolécules de phosphore à l'état d'acide phosphorique. Enfin, dans le phosphure de cuivre il y avait $0^{gr},0532$ ou 1,716 millimolécules de phosphore sur $0^{gr},274$ ou 4,328 millimolécules de cuivre. D'après ces données, les rapports $\frac{Cu(OH)^2}{PH^3} = 2,1$; $\frac{PO^4H^3}{PH^3} = 0,198$; $\frac{H^2}{PH^3} = 0,101$; $\frac{Cu}{P} = \frac{5,04}{2}$.

» (*b*). $0^{gr},1618$ de matière contenant $0^{gr},0877$ ou 1,385 millimolécules de cuivre ont absorbé $19^{cc},62$ ou 0,879 millimolécules de phosphure d'hydrogène avec mise en liberté de $14^{cc},86$ ou 0,665 millimolécules d'hydrogène. Dans les eaux de lavage, on a trouvé $0^{gr},0094$ ou 0,303 millimolécules de phosphore à l'état d'acide phosphorique, et le phosphure de cuivre contenait $0^{gr},0877$ ou 1,385 millimolécules de cuivre, $0^{gr},0171$ ou 0,551 millimolécules de phosphore. D'après ces données,

$$\frac{Cu(OH)^2}{PH^3} = 1,55; \quad \frac{PO^4H^3}{PH^3} = 0^{gr},347; \quad \frac{H^2}{PH^3} = 0,756; \quad \frac{Cu}{P} = \frac{5,02}{2}.$$

» Il résulte d'une série d'expériences concordantes que la réaction, *si elle est modérée*, tend à se rapprocher de celle qui est représentée par la formule (1).

» *Carbonate basique de cuivre.* — Le carbonate de cuivre obtenu en précipitant le sulfate de cuivre par le carbonate de sodium contenait 55,25 pour 100 de cuivre, 19,99 pour 100 d'anhydride carbonique et 10,8 pour 100 d'eau, ce qui correspond assez exactement à la formule du carbonate basique $CO^3Cu, Cu(OH)^2, 0,5H^2O$.

» L'anhydride carbonique a été soigneusement dosé : 1° par l'appareil de Schrotter ;

2° volumétriquement, à la trompe à mercure, au moyen d'un petit appareil que nous avons construit : les deux analyses étaient concordantes.

» L'action du phosphure d'hydrogène sur le carbonate de cuivre est immédiate et très énergique; la réaction est accompagnée d'un dégagement de chaleur considérable, sans donner toutefois lieu à une incandescence. La matière bleue devient bientôt d'un gris noir; on trouve dans les eaux de lavage de l'acide phosphorique et, dans le résidu gazeux, de l'anhydride carbonique avec absence complète d'hydrogène.

» Voici les résultats obtenus :

» 1° Pour 2 atomes de cuivre (c'est-à-dire 1 molécule de carbonate basique), il faut 1 molécule de phosphure d'hydrogène $\left(\text{rapport trouvé : } \frac{CO^3Cu.Cu(OH)^2}{PH^3} = 1,01 \text{ et } 0,95\right)$.

» 2° La composition du précipité obtenu répond à la formule

$$P^2Cu^5 \left(\frac{Cu}{P};\ \text{trouvé : } \frac{5,02}{2}\right).$$

» 3° Il se forme simultanément de l'acide phosphorique; un cinquième, à très peu près, du phosphore introduit à l'état de phosphure d'hydrogène se retrouve dans les eaux de lavage à l'état d'acide phosphorique.

» 4° On retrouve dans le résidu gazeux tout l'anhydride carbonique du carbonate de cuivre.

» On peut donc représenter la réaction par la formule suivante :

$$(2) \qquad 5PH^3 + 5[CO^3Cu.Cu(OH)^2] = 2P^2Cu^5 + PO^4H^3 + 5CO^2 + 11H^2O.$$

» Les résultats obtenus sont donc semblables à ceux que nous avons trouvés avec la solution aqueuse du sulfate de cuivre.

» Le phosphure obtenu est gris noir, amorphe, très soluble dans l'acide azotique et l'eau bromée. Il réduit le permanganate de potassium; l'acide sulfurique concentré l'attaque à chaud avec production de soufre et d'anhydride sulfureux.

» Nous avons obtenu le corps P^2Cu^5, ainsi que le corps PCu^3, décrit dans une Note précédente (*Comptes rendus*, t. CXXVIII, p. 1398), en assez grandes quantités en faisant passer un courant de phosphure d'hydrogène mélangé d'anhydride carbonique sur du carbonate de cuivre pour le premier, et sur l'oxydule de cuivre pour le second, puis en lavant et séchant le produit obtenu à l'abri absolu de l'air. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur le dosage du mannose mélangé à d'autres sucres.* Note de MM. **Em. Bourquelot** et **H. Hérissey**.

« Au cours de nos recherches sur la composition de l'albumen de la graine de Caroubier, nous avons été amenés à étudier la question de savoir dans quelle mesure la propriété que possède le mannose de donner une hydrazone insoluble à froid, pouvait servir de base à un procédé de dosage de ce sucre.

» Pour cela, nous avons fait une série d'essais sur des solutions connues de mannose pur ou mélangé à d'autres sucres, essais dans lesquels la quantité de mannose-hydrazone précipitée était déterminée et comparée à la quantité que la théorie indiquait comme devant s'être formée. Déjà, sans doute, quelques expériences ont été faites dans cet ordre d'idées, mais non pas, que nous sachions, en partant du mannose cristallisé et pur.

» I. *Solutions diverses de mannose pur.* — 1. On mélange les deux solutions suivantes (¹) :

Mannose cristallisé	3^{gr}	Phénylhydrazine	$3^{cc},6$
Eau distillée	50^{cc}	Acide acétique cristallisable	$3^{cc},6$
		Eau distillée, quant. suf. pour	18^{cc}

» On abandonne le mélange à la température du laboratoire (24°) pendant huit heures; on essore l'hydrazone à la trompe sur un petit entonnoir; on lave successivement avec 15^{cc} d'eau glacée, 10^{cc} d'alcool et 10^{cc} d'éther. On fait ensuite sécher dans le vide sulfurique.

» Résultats :

Poids de l'hydrazone	$4^{gr},45$
Quantité théorique	$4^{gr},50$

» La différence a donc été de 5^{cgr} pour environ 75^{cc} d'eau employés, ou de 1,1 pour 100, si on la rapporte à la quantité théorique d'hydrazone.

» 2. On mélange les deux solutions suivantes :

Mannose cristallisé	1^{gr}	Phénylhydrazine	$1^{cc},2$
Eau distillée	$16^{cc},6$	Acide acétique cristallisable	$1^{cc},2$
		Eau distillée, quantité suf. pour	6^{cc}

» On opère comme ci-dessus; mais on essore sur un double filtre, de façon à peser l'hydrazone par différence, ce qui évite toute perte de ce produit. Mêmes proportions

(¹) Les flacons dans lesquels on fait ces mélanges doivent être pleins.

de liquides de lavage. L'hydrazone, desséchée d'abord dans le vide sulfurique, est placée ensuite une demi-heure dans l'étuve à 100°. Pas de perte nouvelle de poids.

» Résultats :

Poids de l'hydrazone	1gr,49
Quantité théorique	1gr,50

» La différence a donc été de 1cgr pour environ 25cc d'eau employés, ou de 0,66 pour 100, si on la rapporte à la quantité théorique d'hydrazone.

3. On mélange les deux solutions suivantes :

Mannose cristallisé	0gr,50	Phénylhydrazine	1cc,2
Eau distillée	100cc	Acide acétique cristallisable ...	1cc,2
		Eau, quantité suffisante pour .	6cc

» Le mélange est abandonné à la température de 10° pendant douze heures. On opère comme ci-dessus, sauf qu'on lave le produit essoré, successivement avec 10cc d'eau glacée, 10cc d'alcool à 95° et 10cc d'éther.

» Résultats :

Poids de l'hydrazone	0gr,695
Quantité théorique	0gr,750

» La différence a donc été de 55mgr pour environ 115cc d'eau employés, ou de 7,9 pour 100, si on la rapporte à la quantité théorique d'hydrazone.

» II. *Solution de mannose et de galactose.* — On mélange les deux solutions suivantes :

Mannose	0gr,80	Phénylhydrazine	2cc,4
Galactose	1gr,20	Acide acétique cristallisable ..	2cc,4
Eau distillée	33cc,2	Eau, quantité suffisante pour .	12cc

» On abandonne à la température de 10° pendant huit heures, et, pour le reste, on opère comme ci-dessus.

» Résultats :

Poids de l'hydrazone	1gr,195
Quantité théorique	1gr,200

» Soit une différence de 5mgr pour environ 50cc d'eau employés, ou de 0,50 pour 100, si on la rapporte à la quantité théorique d'hydrazone.

» III. *Solution de mannose et d'arabinose.* — Même mode opératoire que ci-dessus, le galactose étant remplacé par de l'arabinose. Résultats identiques.

» IV. *Solution de mannose, de maltose et de dextrine.* — On a mélangé, dans cet essai, au mannose du maltose cristallisé brut, renfermant par conséquent de petites quantités de dextrine. Une solution de ce maltose brut ne précipitait pas, d'ailleurs, par la phénylhydrazine.

Mannose	1gr	Phénylhydrazine	2cc,4
Maltose brut	1gr	Acide acétique cristallisable ...	2cc,4
Eau distillée	50cc	Eau, quantité suffisante pour ..	12cc

» Même mode opératoire que ci-dessus. Liquides employés au lavage : eau glacée, 15cc; alcool, 15cc; éther 15cc.

» Résultats :

Poids de l'hydrazone....................	1gr,44
Quantité théorique......................	1gr,50

» Soit une différence de 6cgr pour environ 75cc d'eau employés, ou de 4 pour 100, si on la rapporte à la quantité théorique d'hydrazone.

» Il ressort, de ces divers essais, que la phénylhydrazine peut servir à doser le mannose dans les recherches de Chimie végétale, et que la présence d'autres sucres ne modifie pas sensiblement les résultats. Ceux-ci seront suffisamment précis, si l'on opère à une température aussi basse que possible et sur des solutions renfermant de 3 à 6 pour 100 de mannose. Dans le cas où les solutions seraient plus diluées, le poids d'hydrazone trouvé devrait être augmenté de 4cgr pour 100cc de solution. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques propriétés de la dioxyacétone, en relation avec le degré d'agrégation moléculaire* (1). Note de M. **Gabriel Bertrand**, présentée par M. Duclaux.

« L'oxydation de la glycérine par la bactérie du sorbose conduit, comme on l'a vu antérieurement (2), à la production d'un sucre particulier, auquel convient le nom de *dioxyacétone*.

» Ce sucre cristallise facilement quand on évapore sa solution aqueuse dans le vide sec, à la température ordinaire. Il est alors en petits prismes plus ou moins nets et brillants, tout à fait inaltérables en vase clos. A l'air, ils résistent d'abord, plusieurs jours, si le temps est sec, puis finissent par condenser une trace d'eau qui accentue d'une manière remarquable la liquéfaction de la masse.

» La dioxyacétone cristallisée est sensiblement insoluble, à la température ordinaire, dans l'alcool absolu, l'éther et l'acétone : on peut la triturer et la laisser longtemps en contact avec ces liquides, sans qu'il s'en dissolve une proportion appréciable. Au contraire, à la température de l'ébullition, les cristaux disparaissent peu à peu dans le liquide; si l'on en ajoute de nouvelles quantités, elles se dissolvent à leur tour, et ainsi de suite, presque indéfiniment, mais, chose curieuse, aucune partie du corps

(1) Travail du laboratoire de Chimie du Muséum.

(2) G. Bertrand, *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 842 et 984; 1898.

dissous ne se dépose ensuite par refroidissement. J'ai de ces solutions préparées depuis plus d'un an; elles sont aussi complètes que le premier jour (¹).

» La dioxyacétone cristallisée fond lentement au voisinage de 70° en un liquide qui, devenu limpide, peut être refroidi et conservé plusieurs semaines dans des tubes capillaires, sans trace de cristallisation. En masse, le phénomène de surfusion est beaucoup moins durable, mais, dans les deux cas, on peut s'assurer que, à l'inverse du corps cristallisé, la dioxyacétone surfondue, c'est-à-dire amorphe, est extrêmement et instantanément soluble à froid dans l'alcool absolu, l'éther et l'acétone.

» Ces propriétés singulières trouvent leur explication dans l'existence de plusieurs états d'agrégation moléculaire de la dioxyacétone, et le passage de l'un à l'autre de ces états sous l'influence de la dissolution et de la fusion.

» A l'état solide et cristallisée, la molécule de dioxyacétone n'est pas $C^3H^6O^3$, comme on pourrait le supposer d'après son analyse et ses principales réactions. Elle est formée de deux molécules chimiques associées; elle répond, par conséquent, à la formule $2(C^3H^6O^3)$ et pèse 180 au lieu de 90.

» Dans cet état, elle est insoluble ou presque insoluble à froid dans l'alcool, l'éther et l'acétone; mais, sous l'influence de la chaleur, seule ou en présence des dissolvants énumérés, elle passe peu à peu à l'état de molécules simples qui sont extrêmement solubles.

On peut se convaincre qu'il en est bien ainsi, en déterminant le poids moléculaire de la dioxyacétone cristallisée et de la dioxyacétone amorphe (ou surfondue) par la méthode cryoscopique. Mais ici, il y a lieu de faire de nouvelles observations si l'on veut interpréter exactement les résultats de l'expérience.

» L'eau agit, en effet, sur les molécules associées de dioxyacétone; elle les sépare, d'abord très rapidement, puis de moins en moins vite, en molécules simples (¹); de sorte que, malgré la célérité de l'expérience, le poids moléculaire moyen du corps dissous est toujours plus faible au moment de la congélation qu'au début de l'expérience. En réchauffant le liquide, déterminant à nouveau son point de congélation, et cela un certain nombre de fois, on peut suivre la marche du phénomène et arriver, après un temps convenable, à n'avoir plus ou presque plus en dissolution que des molécules simples.

(¹) Il faut évaporer jusqu'à consistance sirupeuse pour qu'elles se prennent lentement en cristaux.

(²) Une action analogue a été observée par Tollens et Mayer au sujet de la paraformaldéhyde (*Berichte*, t. XXI, p. 3503; 1888).

» Dans une expérience, on a pris 2gr, 505 de dioxyacétone cristallisée et 48gr, 375 d'eau refroidie vers + 5°. La dissolution s'est faite très rapidement et l'on a pu procéder à la détermination du point de congélation en une demi-heure environ. L'éprouvette cryoscopique fut alors abandonnée dans l'air à un réchauffement spontané, puis soumise à une nouvelle congélation, et ainsi de suite un certain nombre de fois. On a trouvé :

	Temps écoulé depuis le commencement de la dissolution.	Abaissement du point de congélation.	Poids moléculaire correspondant (constante = 18,5).
Première détermination	0h.30m	0°,618	155,0
Deuxième détermination........	0.45	0,636	150,6
Troisième détermination........	1	0,686	139,7
Quatrième détermination	3.40	1,006	95,3
Cinquième détermination.......	6.25	1,026	93,3

» Dans une autre expérience, où le réchauffement de l'éprouvette cryoscopique était un peu plus lent, on a eu :

	Temps écoulé.	Abaissement.	Poids moléculaire.
Première détermination	0h.30m	0°,582	161,8
Deuxième détermination.......	4.20	0,882	106,7
Troisième détermination..	7.30	0,978	96,5
Quatrième détermination	40	1,034	91,2

» Ces résultats montrent bien que la dioxyacétone cristallisée est formée de deux molécules chimiques associées au moment où elle entre en dissolution. Le suivant, mis en comparaison, suffira à établir que la dioxyacétone amorphe est composée de molécules simples.

» 2gr,507 de produit cristallisé ont été fondus dans un matras plongeant dans l'eau bouillante. Aussitôt la liquéfaction complète, le matras fut refroidi, rempli d'eau et pesé (eau ajoutée : 48gr, 198). Par agitation, le corps surfondu entra immédiatement en dissolution et le liquide fut versé dans l'éprouvette cryoscopique. Vingt-cinq minutes suffirent pour amener la congélation. On a obtenu :

Abaissement.	Poids moléculaire.
0°,906	105

» Le poids moléculaire trouvé dans cette expérience est notablement plus fort que celui prévu par la théorie; cependant la différence est peu importante, si l'on tient compte de la grande tendance qu'ont les molécules simples du corps fondu à reprendre la forme cristalline, c'est-à-dire la forme de molécules doubles. Un tel retour à l'état associé s'observe même jusque dans les solutions aqueuses. On voit, en effet, pour une

concentration et une température données, s'établir dans ces solutions un certain équilibre entre les molécules de chaque sorte. Quand la température augmente, le nombre de molécules associées diminue et l'on trouve un poids moléculaire plus petit; c'est l'inverse qui a lieu quand la température s'abaisse. Le phénomène est tout à fait comparable à celui que présentent certaines vapeurs, celle de l'acide acétique, par exemple; seulement, peut-être à cause de la viscosité du milieu, il faut un temps beaucoup plus long pour atteindre l'état d'équilibre qui correspond à chaque température. C'est d'ailleurs ce qui permet d'en saisir les phases à l'aide du cryoscope.

» Ainsi, à la température moyenne de 10° à 20°, le poids moléculaire de la dioxyacétone en solution aqueuse à 5 pour 100 s'écarte peu de 91-93; c'est le nombre stationnaire qu'on trouve quelques heures après la dissolution. Vient-on maintenant à chauffer le liquide vers 100°, on ne trouve plus, par un refroidissement rapide et la prise du point de congélation, qu'un chiffre voisin de 88-89. Abandonnée à elle-même, à la température du laboratoire, cette solution donne de nouveau les chiffres 91-93 indiqués plus haut; conservée plusieurs heures dans la glace, ils s'élèvent même à 96-97, pour revenir encore, à la température de 10°-20°, au chiffre 91-93 dont on était parti.

» *En résumé*, la dioxyacétone peut exister sous deux formes ayant chacune des propriétés et un état d'agrégation moléculaire différents. La connaissance de ces formes et des conditions qui font passer de l'une à l'autre permettent de donner de certaines anomalies physiques de la dioxyacétone, telles que la surfusion et la sursaturation, une explication qui pourra sans doute être étendue à d'autres substances, à certains corps gras, par exemple. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur les variations de la production de glycérine pendant la fermentation alcoolique du sucre.* Note de M. **J. Laborde**, présentée par M. Duclaux.

« Le poids de glycérine produite pendant la fermentation d'un poids déterminé de sucre n'est pas, comme on sait, une quantité constante. Pasteur a signalé, le premier, des causes de variation; d'autres savants se sont occupés ensuite de la question, mais elle est encore peu connue. J'ai entrepris à mon tour des recherches, à l'aide d'une méthode nouvelle de

dosage de la glycérine que j'ai indiquée en 1895 ([1]); j'ai obtenu les résultats suivants :

» En faisant fermenter avec diverses variétés de levures un moût de raisin blanc à 180^{gr} de sucre par litre, la quantité de glycérine produite par 100^{gr} de sucre décomposé a varié depuis 2^{gr},50 jusqu'à 7^{gr},75. La majorité des levures a donné une moyenne voisine de 3 pour 100; celles dont les taux étaient les plus forts avaient, en général, un pouvoir alcoogène plus faible. Des chiffres très élevés, tels que 5,60 pour 100 et 7,75 pour 100, ont été obtenus avec une levure de Sauternes et une levure de la Martinique prise dans une fermentation de vesou.

» Une même variété de levure, vivant dans des milieux différents de même richesse saccharine, peut donner des proportions très différentes de glycérine; il y a augmentation lorsque le milieu est moins bien approprié à l'existence de la levure, lorsque la fermentation est pénible; la production de glycérine paraît être, en effet, en raison inverse de l'*activité* de la levure. Les chiffres extrêmes constatés ont été de 2,50 pour 100 pour l'eau de levure sucre, et de 5,46 pour 100 pour un milieu minéral contenant du tartrate d'ammoniaque comme aliment azoté; la levure employée était une levure de Médoc très active dans le moût de raisin.

» Si l'on modifie un milieu très bien approprié à la vie de la levure, par l'addition de matières nutritives étrangères surtout azotées, comme l'extrait Liebig, l'extrait de levure, la peptone, la production de glycérine augmente un peu, mais cela paraît être dû à l'atténuation de l'activité de la levure par la rupture d'équilibre des matériaux nutritifs du milieu primitif. Au contraire, certaines de ces matières organiques, ajoutées à un milieu minéral, font diminuer la glycérine, en même temps que la fermentation devient plus rapide.

La quantité de glycérine formée augmente avec la concentration du sucre; elle passe, par exemple, de 2,90 pour 100 à 4,95 pour 100 et à 6,10 pour 100, pour des proportions de 180^{gr}, 300^{gr} et 400^{gr} de sucre par litre. Une part de l'explication de ce fait peut être attribuée à la diminution de l'activité de la levure par l'excès de sucre; car, pour la levure indiquée ci-dessus, habituée à vivre dans les moûts concentrés de Sauternes, le taux de glycérine a été beaucoup plus constant, quoique très élevé.

» Quand on augmente, par une addition d'acide tartrique, l'acidité naturelle, égale à 0,5 pour 100, d'un moût de raisin, on voit augmenter la glycérine; le moût naturel ayant donné 2,90 pour 100, on a eu 4,52 pour 100 lorsque l'acidité totale était de 1 pour 100, et 7,33 pour 100 pour une acidité de 2 pour 100 exprimée en acide sulfurique. Les diverses races de levure sont plus ou moins sensibles à l'acidité. Après qu'on a eu neutralisé le moût, la production de glycérine a augmenté un peu et n'a pas varié sensiblement pour une légère alcalinité, soit avec une levure de bière, soit avec une levure de vin. La nature de l'acide libre dans un milieu a beaucoup d'influence; car, si l'on sature partiellement l'acidité naturelle, supérieure à 1 pour 100, d'un moût de raisin, on ne voit pas de variations bien accusées dans la production de glycérine.

» La glycérine augmente généralement avec la température, qui influe plus ou moins

---

([1]) *Mémoires de la Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux*, 1895, et *Annales de Chimie analytique*, 1899.

avec les diverses levures; pour certaines, on a constaté des variations allant presque du simple au double pour des fermentations faites à 15° et à 35°.

» Parmi les divers sucres que peut faire fermenter une même levure, on en trouve qui lui font produire des quantités différentes de glycérine; ainsi, le galactose et le lactose interverti ont donné, avec une levure de vin, 3,15 pour 100, tandis que le glucose, le lévulose, le saccharose, le maltose ont fourni le chiffre constant de 2,45 pour 100. Pour d'autres levures, parmi lesquelles une levure de bière, le maltose s'est trouvé inférieur au glucose, au lévulose ou au saccharose; la différence a été de 2,27 pour 100 à 2,84 pour 100. Avec une levure de lactose faisant fermenter très activement ce sucre, on a obtenu 3,16 pour 100 avec le sucre interverti, et 1,75 pour 100 seulement avec le lactose.

» Comme M. Effront, j'ai trouvé que le rapport de la glycérine au sucre fermenté varie constamment au cours de la fermentation; c'est ainsi que trois stades successifs du phénomène ont donné les proportions suivantes : 5,46 pour 100 après la perte de 60gr de sucre par litre; 4,42 pour 100 après la disparition de 120gr et 3,35 pour 100 après la fermentation complète des 180gr de sucre contenus dans un litre de moût de raisin.

» Plusieurs influences peuvent être invoquées pour expliquer ce résultat :

» 1° La production de glycérine est plus faible dans un liquide déjà alcoolisé que dans un milieu non alcoolisé; j'ai trouvé une différence de 3,73 pour 100 à 3,07 pour 100 entre un moût naturel et le même moût alcoolisé à 8 pour 100 et fermentant avec la même levure;

» 2° La glycérine étant probablement surtout un résidu du sucre employé à la construction de la cellule, ce résidu doit être d'autant plus considérable que la dépense de construction est plus grande; c'est en effet dans les premiers temps d'une fermentation vigoureuse que se produit la majeure partie de la levure qui doit se retrouver à la fin, et l'on constate toujours une élévation du taux de glycérine quand l'on fait augmenter dans un milieu donné la quantité de levure formée, soit en augmentant la quantité d'oxygène qui est à la disposition de la levure, soit en arrêtant la fermentation en cours de route, pour la faire repartir ensuite par de nouvelles générations de la même levure.

» Les faits qui précèdent peuvent expliquer les variations relativement faibles de la production de glycérine que l'on observe habituellement dans les liquides fermentés et notamment dans les vins ordinaires; mais dans les vins spéciaux qui proviennent de raisins atteints de pourriture noble, tels que ceux de Sauternes, j'ai montré (1) qu'il n'est pas rare de constater

(1) *De la glycérine dans les vins provenant de raisins atteints de pourriture noble* (*Revue de Viticulture*, 1897).

des productions qui atteignent près de 15 pour 100 du sucre fermenté et qui s'expliquent d'abord par certaines des influences indiquées ci-dessus, et ensuite par l'existence, dans le moût de raisin, avant fermentation, d'une proportion importante de glycérine (souvent plus de 10^{gr} par litre) qui provient de l'action du *Botrytis cinerea* sur le sucre du jus de raisin. »

BOTANIQUE. — *Sur la structure anatomique des* Vanilles aphylles. Note de M. **Édouard Heckel**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Il existe, on le sait, deux formes bien dissemblables de Vanilles : les unes, pourvues de feuilles très charnues et souvent très développées; les autres, entièrement sans feuilles. Parmi ces dernières, j'ai reçu : 1° de Nossi-Bé, où elle est cultivée couramment, paraît-il, la *Vanilla Phalænopsis* Reich., originaire des Seychelles; 2° du Jardin royal de Kew, la *Vanilla aphylla* Blume, espèce asiatique qui a les plus grandes ressemblances avec sa congénère africaine et semble être la miniature de la première. Dans les deux formes, la tige sarmenteuse est deux fois sillonnée et de jeunes feuilles très petites, roulées en cornet, se détachent de bonne heure, laissant sur la tige une cicatrice très apparente en face de laquelle naît une racine adventive aérienne.

» Ce qui paraît distinguer ces deux espèces, en dehors des organes reproducteurs, c'est le fait suivant qui a été le point de départ de mes recherches anatomiques. Quand on coupe transversalement la tige de *V. Phalænopsis,* on voit immédiatement sourdre sur les plaies une substance ayant l'apparence d'un latex, abondante, blanche, gluante, poissant aux doigts et qui ne tarde pas à se solidifier. Cette émission de gomme laiteuse se fait par des points spéciaux de la périphérie de la coupe. Des faits semblables s'observent dans la *Vanilla aphylla* et dans la *V. planifolia* Andr., mais le liquide qui s'échappe des coupes de la tige y est incolore, quoique abondant et gluant comme dans la *V. Phalænopsis*.

» Les recherches que j'ai entreprises, en vue de connaître les causes et la nature de cette émission abondante de pseudolatex, m'ont conduit à constater, dans ces plantes, des organes et des éléments cellulaires, d'une nature spéciale, qui n'ont pas été signalés jusqu'ici, à ma connaissance, dans les Orchidées.

» Dans les *V. Phalænopsis* et *aphylla,* la tige présente au-dessous d'un épiderme non cristalligène (il l'est dans la *V. planifolia*) un parenchyme chlorophyllien formé

de cellules ovoïdes assez grosses disposées en files longitudinales régulières et pourvues aux deux extrémités, supérieure et inférieure, de deux petites proéminences qui se soudent à des proéminences semblables appartenant aux cellules placées au-dessous et en dessus d'elles dans la file à laquelle elles appartiennent : c'est ce qui apparaît nettement dans une coupe longitudinale. Elles sont en outre soudées avec les autres cellules des files voisines qui les entourent, non par tous les points de leur surface, mais par des parties limitées qui sont séparées par de larges espaces intercellulaires. Il résulte de cette disposition qu'une coupe transversale ou longitudinale de ce tissu présente, au microscope, des cellules dont les parois semblent perforées comme celles des *Leucobryum* ou des *Sphagnum*.

» Ce n'est là qu'une apparence. Les lignes circonférencielles ou elliptiques, qui se dessinent nettement sur les parois cellulaires, limitent seulement les surfaces par lesquelles ces parois sont accolées à celles des cellules voisines. En somme, c'est une forme du tissu lacuneux : il remplace, dans la tige dépourvue de feuilles, le même tissu qui existe, sous la même forme, dans la presque totalité du parenchyme foliaire des Vanilles à feuilles et notamment dans la *V. planifolia*.

» Au milieu de ce même tissu lacuneux, on trouve dans les Vanilles aphylles comme dans les Vanilles feuillées, de véritables *canaux sécréteurs* mais d'une forme variable et d'une origine spéciale.

» Toujours en grand nombre dans ce tissu, tantôt ils sont bordés de cellules plates (*V. Phalænopsis*), tantôt ils ne le sont pas (*V. aphylla, planifolia*). Mais dans tous les cas ils reconnaissent toujours (ainsi qu'on peut le voir par l'examen des tissus jeunes) une même origine. Ce sont d'abord des files longitudinales de cellules à raphides, bien nettement séparées les unes des autres par des cloisons transversales et remplies de petits cristaux aiguillés d'oxalate de chaux. Ceux-ci s'accroissant considérablement, les cloisons transversales disparaissent, puis les cellules voisines du canal ainsi formé s'aplatissent, et, quoique empruntées au tissu lacuneux ambiant que je viens de décrire, ne présentent aucune des lignes circonférencielles ou elliptiques qui caractérisent les cellules voisines. Dans toute l'étendue du canal, les raphides accrus se disposent par groupes compacts et se recouvrent d'une matière mucilagineuse abondante, tantôt colorée en blanc, tantôt incolore. Si l'on examine au microscope cette substance quand elle vient fraîchement de s'échapper des canaux sécréteurs, on constate qu'elle est uniquement formée de raphides et de mucilage.

» C'est à la limite même de ce tissu lacuneux que commencent, dans les *Vanilla Phalænopsis* et *aphylla*, à apparaître les faisceaux libéroligneux épars dans la moelle entière. Mais la moelle est constituée par un tissu incolore spécial qui ne se retrouve pas dans la *V. planifolia*. Il est formé de grandes cellules portant des bandes cellulosiques transversales et parallèles entre elles. Ce tissu rappelle morphologiquement celui de même nature qui caractérise les feuilles de *Pleurothallis*. Dans *V. aphylla*, ce tissu est proportionnellement plus réduit que dans *V. Phalænopsis;* mais, dans ces deux espèces, il est plus rapproché de l'épiderme dans les points qui correspondent aux sillons de la tige, où le tissu lacuneux est à peine représenté par une ou deux couches de cellules. Là, le tissu à bandes cellulosiques commence presque de suite. Dans la *Vanilla planifolia,* et probablement dans toutes les Vanilles à feuilles, immédiatement au-dessous de l'écorce formée par un parenchyme chlorophyllien

normal non lacuneux avec canaux à raphides, on voit un endoderme sclérifié qui n'existe pas dans les Vanilles aphylles. De plus, la moelle ne présente pas de cellules à bandes; enfin, les faisceaux sont peu espacés en dedans de l'endoderme : leur constitution est du reste la même dans les deux cas.

» Dans la jeune feuille caduque des Vanilles aphylles, on ne trouve, avec les faisceaux libéroligneux, pas autre chose qu'un parenchyme qui n'est pas différencié; c'est un tissu homogène sans caractéristique. Pas de différences pour ce qui touche à la constitution histologique des racines entre les Vanilles à feuilles et sans feuilles.

» Il résulte de tous ces faits : 1° que la simple consultation des caractères anatomiques dans la tige des Vanilles aphylles ne permettrait pas, en raison de la dissemblance absolue qu'ils présentent avec ceux des Vanilles feuillées, de les rapprocher de ces dernières dans un même genre, ce qui démontre bien à quel point ces caractères, s'ils étaient invoqués isolément, resteraient parfois insuffisants au point de vue taxonomique; 2° que la théorie du thalle, adoptée par Herbert Spencer (*Principes de Biologie*) pour expliquer la formation de la tige des Monocotylées, semble être fortement appuyée par le fait de la présence simultanée, dans la tige des Vanilles aphylles et dans les feuilles des Vanilles feuillées, des mêmes éléments cellulaires constituant l'écorce. »

BOTANIQUE. — *Le* piralahy, *liane à caoutchouc de Madagascar.* Note de M. **Henri Jumelle**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Le *piralahy*, ou *vahealahy*, pousse à Madagascar dans la même région occidentale que le *guidroa* (*Mascarenhasia velutina*). que nous avons décrit dans une Note précédente; mais c'est une liane, alors que le *guidroa* est un arbre.

» Le tronc de ce *piralahy*, d'après M. Périer de la Bathie, ne dépasse pas un diamètre de 15^{cm}. Les rameaux que nous avons pu examiner étaient bruns, parsemés de très petites lenticelles blanc jaunâtre. Les feuilles sont ovales, aiguës au sommet et à la base, avec 10 à 13 paires de nervures secondaires, obliques par rapport à la nervure principale, et formant sur le bord à la face inférieure un ourlet assez net; sur la face supérieure, la nervure principale est en gouttière. Dans les plus grandes que nous ayons vues, le limbe avait $6^{cm},5$ de longueur sur 3^{cm} de largeur, et le pétiole 1^{cm}; plus souvent, le limbe a 5^{cm} à 6^{cm} de longueur sur $1^{cm},5$ à $2^{cm},5$ de largeur, et le pétiole 5^{mm} à 8^{mm}. A l'état frais, ce pétiole est ordinairement jaunâtre, et le limbe vert clair.

» Les fleurs sont groupées, par 3 à 8, en cymes bipares, latérales ou terminales; chacune est portée par un pédicelle de 5^{mm} à 7^{mm}, placé à l'aisselle d'une bractée ovale-

aiguë, et muni latéralement de deux autres bractées semblables. Ces 3 bractées, noires à l'état sec, sont bordées de cils bruns.

» Le calice est en préfloraison quinconciale; les sépales, coriaces, chagrinés, bordés de cils bruns et ovales-aigus, comme les bractées, ont, en moyenne 3^{mm} de longueur.

» Le tube de la corolle a 10^{mm} à 15^{mm} et est surmonté de lobes à peu près de même longueur, sur 3^{mm} de largeur. Les étamines sont insérées dans la partie renflée du tube immédiatement au-dessus du calice.

» La floraison a lieu en novembre et décembre; la corolle est extérieurement lavée de jaune pâle et blanche à l'intérieur.

» Les fruits mûrissent de juin à octobre. Nous ne les avons pas eus entre les mains, mais M. Périer de la Bathie nous dit qu'ils sont ovoïdes, de 15^{mm} sur 10^{mm}, jaunes à la maturité, et qu'ils contiennent une pulpe acidule, comestible, dans laquelle sont logées les graines.

» Notre plante est donc un *Landolphia;* mais nous la croyons une espèce nouvelle, et telle est aussi l'opinion de M. K. Schumann, qui a si bien étudié ce genre et à qui nous avons montré des échantillons de *piralahy*.

» Bien distincte du *Landolphia madagascariensis,* elle se rapproche plutôt du *Landolphia crassipes,* récolté en 1879 à Semberano par Hildebrandt; mais elle en est aussi différente, ne fût-ce que par l'absence de renflement du pétiole. Nous l'appellerons *Landolphia Perieri*.

» On la trouve dans toutes les forêts du Bouènî, à Majunga, à Andriba, dans les vallées de l'Ikopa, du Betsiboka et du Menavava.

» Son caoutchouc est excellent et ne contient qu'une infime proportion de résine (5,5 pour 100). Les Sakalaves, pour le recueillir, coupent la liane par tronçons, qu'ils mettent à égoutter au-dessus d'un récipient; ils coagulent par le jus de citron ou les fruits pilés de tamarinier.

» Pendant la saison sèche, la plante donne très peu de lait, mais qui coagule spontanément. Pendant la saison des pluies, le lait est beaucoup plus clair, mais ne donne alors que très peu de gomme : 60^{gr} environ par litre.

» Le latex que nous avons examiné et que M. Périer de la Bathie nous a fait parvenir en très bon état, grâce à l'addition d'ammoniaque, a été recueilli à cette dernière époque. Très fluide, il traverse tel quel le papier à filtrer, alors que, pour la plupart des autres laits à caoutchouc, les globules restent sur le filtre. Ces globules sont, du reste, de très faibles dimensions : ils mesurent de $0^{mm},0020$ à $0^{mm},0022$ de diamètre, alors que ceux d'*Hevea* (caoutchouc de Para), ont, en moyenne, $0^{mm},0035$. Nous n'avons pu réussir à les séparer de l'eau-mère par centrifugation au moyen d'un appareil mû par l'eau.

» La densité du lait, après qu'on a fait évaporer l'ammoniaque par une légère ébullition, est de 0,996.

» De cette faible densité, inférieure à celle de la plupart des autres laits à caoutchouc, qui est supérieure à l'unité, on serait alors tenté de conclure, *a priori*, à une grande richesse en substance élastique, puisqu'il est admis, en règle générale, que plus un suc gummifère contient de caoutchouc, plus son poids spécifique est faible.

» Nous avons vu pourtant plus haut qu'il n'en est rien : 1^{lit} du lait reçu ne contenait environ que 65^{gr} de gomme.

» Cette intéressante particularité, qui démontre quelle circonspection il faut apporter dans l'énoncé de ces prétendues règles générales, s'explique par la densité exceptionnellement faible des globules et par la faible proportion, dans le lait, des substances étrangères. La densité du caoutchouc de *piralahy* est de 0,910 (celle du caoutchouc de Para étant de 0,920); et 100^{gr} du produit obtenu par dessiccation du lait ne contiennent que 8^{gr} à 10^{gr} de matières diverses. On conçoit comment ces deux faits réunis contribuent à diminuer la densité totale du liquide, malgré la petite proportion de globules.

» Au sujet des substances étrangères, ajoutons que la liqueur de Fehling ne décèle pas la moindre trace de glucose; il n'y a pas davantage d'amidon.

» Une autre particularité que nous a présentée le lait de *piralahy* et que nous ne pouvons que mentionner ici, nous réservant de donner plus de détails dans un travail plus complet, c'est la difficulté avec laquelle on obtient la coagulation soit par l'ébullition, soit par l'alcool ou l'éther.

» Lorsqu'on fait bouillir le liquide, contrairement à ce qui a lieu pour la plupart des bons laits à caoutchouc, la coagulation ne se produit qu'au fur et à mesure de l'évaporation, et la gomme n'est obtenue en totalité que lorsque l'évaporation est complète. Il faut, d'autre part, ajouter au latex trois ou quatre fois son volume d'alcool absolu pour recueillir le caoutchouc. L'alcool est cependant considéré d'ordinaire comme un des coagulants les plus énergiques et les plus constants.

» Par contre, on provoque aisément la coagulation, même dans le liquide resté fortement alcalin, avec un grand nombre de réactifs, dont plusieurs sont souvent sans action sur les autres laits : acides sulfurique, chlorhydrique, acétique et citrique ; potasse caustique, alun, sulfates de magnésie et de soude, chlorure de sodium, azotate et sulfate de chaux, oxalates de potasse et d'ammoniaque, etc.

» On voit ainsi, une fois de plus, à propos de cette nouvelle espèce de *Landolphia* que nous venons de décrire, combien sont variables les caractères des latex à caoutchouc; et le lait de notre *piralahy* présente réunies quelques particularités qu'il importe, croyons-nous, de retenir comme contribution à l'étude générale, encore si incomplète, de ces latex. »

GÉOLOGIE. — *Sur le bord externe du Briançonnais entre Freyssinières et Vars.* Note de MM. **W. Kilian** et **E. Haug**, présentée par M. Marcel Bertrand.

« On sait, depuis les travaux de Ch. Lory, que la zone du Briançonnais présente, par la nature de ses sédiments, un contraste assez marqué avec

les contrées voisines. M. Termier, qui a récemment étudié en détails une partie de cette zone, a été tellement frappé de ce contraste qu'il y a vu la confirmation d'une hypothèse fort ingénieuse sur la structure générale du Briançonnais, présentée ici-même, il y a quelques mois ([1]). Cet auteur a insisté particulièrement sur l'indépendance absolue de ce qu'il a appelé la *zone du Flysch* (pays des grès de l'Embrunais de Ch. Lory), qui limiterait à l'ouest la région charriée du Briançonnais et qu'il envisage comme étant en place et comme formant le substratum de cette région charriée.

» Nos observations des années précédentes et celles que nous avons faites récemment dans une course commune nous ont montré que cette indépendance est loin d'être aussi absolue qu'il semblerait à première vue. Le faciès dit *briançonnais* se rencontre déjà, en effet, avec son développement typique, au cœur même de la *zone de Flysch.*

» Nous rappellerons qu'il existe à Jausiers des anticlinaux à charnière conservée, qui pointent au milieu du Flysch et font affleurer non seulement la succession bien connue des calcaires du Briançonnais, des calcaires et marbres phylliteux et des quartzites, mais aussi des *anagénites* du Permien, identiques à celles de l'Argentière.

» Dans le nord de l'Embrunais, à Dourmillouse, nous avons constaté récemment un fait plus concluant encore. Bien à l'ouest des plis les plus occidentaux du Briançonnais, la profonde coupure de la Byaisse fait apparaître, sur tout le pourtour d'un vaste cirque de rochers, une lame de mélaphyre du type bien connu de Champoléon, comprise entre deux lames moins épaisses de calcaire de Guillestre, le tout étant intercalé dans une masse puissante de dépôts nummulitiques et représentant par conséquent un vaste anticlinal fortement étiré et couché vers l'ouest. Ici donc les calcaires rouges de Guillestre, c'est-à-dire l'un des éléments les plus typiques de la série briançonnaise, se trouvent associés, dans un même pli, avec des mélaphyres du type du Haut-Drac. Cette association rappelle la coexistence, au Plan de Phazy, d'un granite laminé du type Pelvoux avec une succession à faciès briançonnais (Permien rouge, quartzites, gypses et calcaires triasiques, Brèche du Télégraphe).

» Au point de vue tectonique, la solidarité de la *zone du Flysch* et des plis du Briançonnais ([2]) est non moins évidente. Tandis que dans l'hypothèse de M. Termier, les massifs qui continuent au sud les *nappes du Briançonnais* devraient reposer sans racines sur un substratum de Flysch, c'est précisément l'inverse qui a lieu.

([1]) *Sur la structure du Briançonnais* (*Comptes rendus,* 13 février 1899). — *Les nappes de recouvrement du Briançonnais* (*Bull. Soc. géol. de France,* 3e série, t. XXVII, p. 47-84, pl. I; 1899).

([2]) *Bulletin de la Société géologique de France,* 3e série, t. XXVII, p. 84 et 126.

» Dans les environs de Réotier, sur les deux rives de la Durance, on constate très nettement l'existence de deux anticlinaux, séparés par un étroit synclinal de Lias et de Flysch, dont le plus oriental fait apparaître le granite du Plan de Phazy, et dont le plus occidental comprend un noyau houiller (église de Réotier). Si l'on suit ces plis vers le sud, on ne tarde pas à les voir disparaître sous le Flysch. Le pli occidental fait voir, un peu à l'est du hameau de Doussarelle, une terminaison périclinale, tandis que le pli oriental s'écrase contre le précédent, pour reparaître à très peu de distance, sous la forme d'un brachyanticlinal de calcaires triasiques, mis à nu, par l'érosion, au milieu du Flysch.

» Ces deux anticlinaux ne sont autre chose que la continuation méridionale de la *première* et de la *deuxième écaille* de M. Termier, suivie par cet auteur jusqu'au sud de Freyssinières. En effet, le pli occidental de Réotier se poursuit nettement vers Freyssinières, par le bois de Roche-Charsière et passe à l'est du col de Val-Haute; le pli oriental, séparé sur toute sa longueur du précédent par une bande synclinale de Flysch, longe d'abord la Durance, comprend le Houiller de Chanteloube, se couche graduellement vers l'ouest et va former le sommet de la Tête de Gaulent, pour traverser ensuite la vallée de Freyssinières.

» A partir de Chanteloube, la continuation de ces plis vers le nord est en partie masquée par une masse triasique très étendue qui leur est superposée. La surface inférieure de cette *nappe,* jalonnée par des lambeaux d'Éocène, de calcaire de Guillestre et de Lias, montre clairement que l'on est en présence du flanc inverse d'un pli anticlinal couché, dont la racine doit être cherchée vers l'est, sur la rive gauche de la Durance. Or, ce flanc inverse est la *troisième écaille* de M. Termier et se continue certainement vers le nord jusqu'à la vallée du Fournel.

» Ce témoin, épargné par l'érosion sur la rive droite, fait d'ailleurs partie de tout un système de plis, qui sont couchés vers l'ouest et le sud-ouest et dont les empilements, signalés déjà plus au nord par M. Lugeon et par l'un de nous ([1]) sur le flanc occidental du grand éventail intra-alpin, constituent les massifs de l'Alpavin et de Moussière, sur la rive gauche de la Durance. Certains de ces plis, reployés en voûte (gorge du Guil), dépassent même l'horizontale et leurs charnières anticlinales sont enfoncées dans le Flysch du synclinal de Guillestre. Entre Guillestre et Vars, une de ces charnières, mise à nu et isolée par l'érosion, apparaît avec la plus grande netteté.

» Ainsi, la disposition symétrique des couches de part et d'autre d'une bande centrale de Flysch n'est qu'apparente; car le plongement vers le

---

([1]) Kilian et Lugeon, *Une coupe transversale des Alpes briançonnaises, de la Gyronde à la frontière italienne* (*Comptes rendus,* 2 janvier 1899). — *Bull. Serv. Carte géol.,* n° 69, p. 107 et 116.

sud-ouest des couches triasiques et jurassiques qui constitueraient le flanc nord-est de ce grand synclinal résulte en réalité du déversement exagéré des plis les plus occidentaux de l'éventail briançonnais.

» Nous croyons pouvoir ajouter que d'autres plis, plus intérieurs, appartenant également au flanc sud-ouest de ce même éventail, ont vraisemblablement donné naissance à la nappe supérieure de recouvrement de l'Ubaye.

» Si l'on considère maintenant que la partie du Briançonnais étudiée par M. Termier est reliée intimement à celle qui fait l'objet de cette Note par une continuité évidente des éléments stratigraphiques et tectoniques, on est conduit logiquement à penser que l'existence d'une série de plis couchés empilés ([1]), en partie laminés, puis replissés, expliquerait suffisamment les particularités si curieuses signalées par notre confrère. »

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Sur les marmites des îlots granitiques de la cataracte d'Assouân (Haute-Égypte)*. Note de M. **Jean Brunhes**, présentée par M. de Lapparent.

« Dans une Communication précédente ([2]), à la suite d'observations faites au barrage de la Maigrauge, près de Fribourg (Suisse), sur des marmites torrentielles formées récemment dans la mollasse marine, j'avais émis l'opinion que les deux types principaux de marmites observés jusqu'ici, les marmites à fond concave et les marmites à fond conique avec dépression annulaire, représentaient un même type à deux moments de la formation. Les observations que j'ai faites, au mois de mars 1899, sur les îlots granitiques qui parsèment le rapide, dit *première cataracte du Nil*, de Philé à Assouân, confirment absolument cette manière de voir.

» Les conditions de ce rapide sont assez exceptionnelles : une différence de près de 8^m en moyenne entre le niveau des basses eaux et le niveau de

---

([1]) L'examen des coupes publiées par M. Termier permet, en effet, de reconstituer, dans beaucoup de cas, le flanc inverse de ses « nappes », qui doivent, par conséquent, être considérées comme de véritables *plis couchés*, et non comme des « écailles » ayant préexisté au principal plissement.

([2]) *Sur quelques phénomènes d'érosion et de corrosion fluviales* (*Comptes rendus*, séance du 14 février 1898, p. 557).

la grande crue annuelle du Nil fait que, durant trois ou quatre mois par an, ces rochers, qui émergent aux basses eaux, sont recouverts par le flot montant.

» Surtout dans la zone d'aval du rapide, un grand nombre de courants contraires se heurtent, et il se produit d'actifs et très nombreux tourbillons. Ces tourbillons sont à la fois très variables et éphémères; ils se déplacent et ils changent sans cesse d'intensité, puisque le flot qui les détermine est sans cesse modifié.

» *a*. Tandis que, dans les pays glaciaires, une certaine permanence des tourbillons sur les mêmes points a eu pour effet d'agrandir jusqu'à des proportions grandioses les marmites d'abord ébauchées ([1]); on est frappé, sur les îlots d'Assouân, de la multiplicité des petites marmites et de la rareté des grandes (des marmites de 2^{m} de diamètre au plus sont exceptionnelles); les tourbillons, en effet, naissent et renaissent, indépendants de ceux qui les ont précédés, et les résultats de leur action, les marmites, se multiplient, se juxtaposent ou se croisent même, jusqu'à faire de ces massifs de granite des masses criblées de trous; le type le plus curieux que j'aie observé est un petit îlot, voisin d'Assouân, un peu en amont de l'île d'Éléphantine, et qui mériterait vraiment le nom d'*Ilot des Marmites*, il a 30^{m} de longueur et 18^{m} de largeur; les marmites ou lambeaux de marmites y sont, à la lettre, innombrables; vu de haut, l'îlot semble avoir été perforé comme à l'emporte-pièce.

» *b*. Tandis que, dans les pays glaciaires, la succession de tourbillons de différente intensité et de différents diamètres sur un même emplacement a fini le plus souvent : 1° par oblitérer les formes intérieures des marmites et détruire les saillies ou les sillons spiraliformes des parois; 2° par terminer les marmites, c'est-à-dire par les faire aboutir à la forme de sac ou de trou à fond concave, sur les îlots d'Assouân : 1° presque toutes les marmites présentent des traces fraîches de pas de vis sur leurs parois; 2° le plus grand nombre présentent la forme inachevée, c'est-à-dire à fond conique avec dépression annulaire; dans les conditions normales d'Assouân, il y a, en effet, plus de chances que partout ailleurs pour que les tourbillons durent peu de temps et soient brusquement interrompus;

(1) Le plus grand des *Moulins de glaciers* qu'a fait déblayer M. le professeur Heim au *Gletschergarten* de Lucerne a $9^{m},50$ de profondeur et 8^{m} de diamètre; le plus grand de ceux qu'a découverts M. le professeur Steffens, au col de Maloja, et que j'ai moi-même étudiés en juillet 1898, a plus de 11^{m} de profondeur et 6^{m} de diamètre.

d'autre part, ces îlots sont si bien percés à jour en tous points et en sens divers, qu'il arrive fréquemment que la paroi d'une marmite est usée jusqu'à devenir trop mince pour supporter la pression intérieure et tout à coup cède; j'ai observé au moins cinquante marmites de cette espèce, ainsi brisées, *éventrées*, en pleine formation. Or toutes présentent la forme à fond conique, c'est-à-dire celle que j'appelle la *forme normale* de marmite interrompue. Un cas analogue et peut-être plus curieux se rencontre à la première cataracte du Nil : la marmite une fois amorcée et en partie formée par un tourbillon de crue, pour une cause quelconque, le courant a emporté toute la partie supérieure du mamelon de granite dans lequel le tourbillon avait travaillé; il n'est resté que la portion inférieure de la marmite : c'est encore là un cas d'interruption bien nettement caractérisé; or j'ai observé et déblayé plusieurs types de cet ordre, et tous étaient à fond conique.

» Un spécimen de cette dernière catégorie mérite une mention spéciale : la surface d'arrachement de la roche correspondait à peu près au niveau du fond momentané d'une marmite qui avait environ $1^m,80$ de diamètre ; et, au-dessus de la plate-forme de roche rugueuse, est restée seule en saillie, comme témoin de la marmite disparue, la partie inférieure, ce qu'on pourrait appeler le *culot :* c'est une protubérance de forme approximativement conique, entourée d'une dépression nettement spiraliforme, dont la ligne de fond ne correspond point à un plan horizontal; aussi bien le courant tourbillonnaire, en se heurtant à une roche peu homogène comme le granite à gros grains, s'est décomposé en une série de mouvements secondaires dont les irrégularités de la surface polie sont la preuve très visible.

» J'ajouterai deux brèves considérations :

» J'ai examiné de près environ 400 marmites; j'en ai vidé une cinquantaine : dans le fond de 2 ou 3 à peine j'ai trouvé un ou deux galets de 4^{cm} ou 5^{cm} de diamètre; dans presque toutes je n'ai trouvé que du sable, un sable étonnamment fin; c'est avec le sable seul que les tourbillons ont creusé le granite d'Assouân; l'idée de la meule unique, formant la marmite, telle que la suggère l'expérience instituée au *Gletschergarten* de Lucerne, me semble de plus en plus une idée discutable; à Assouân, en tout cas, il n'y a pas de meule. Le procédé du travail tourbillonnaire ressemble à l'usure à l'émeri, au travail du lapidaire qui use de la pierre très dure avec de la poussière de pierre.

» Nulle part, peut-être, autant qu'aux rapides du Nil, on ne saurait être

frappé du rôle joué par le tourbillon comme facteur actif d'attaque et de destruction par l'eau : la marmite tourbillonnaire semble l'effet le plus énergique de la tactique victorieuse des courants en vue de la destruction progressive des seuils. Les masses compactes, ainsi percées de part en part, s'effondrent tout à coup; certains îlots d'Assouân montrent ainsi les amas chaotiques de portions récemment effondrées. »

M. **Ad. Richard** adresse une Note relative à un arc-en-ciel présentant une apparence anormale.

La séance est levée à 3 heures trois quarts.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 31 juillet 1899.

*L'*Hydrodictyon utriculatum *de Roth et l'*Hydrodictyon femorale *d'Arroudeau,* par J. Comère. Toulouse, Lagarde et Sebille, 1899; 1 br. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft. N° 12. Berlin, R. Friedländer und Sohn, 1899; 1 vol. in-8°.

Astronomical and meteorological observations, made at the Radcliffe observatory. Oxford, James Parker and C°, 1899; 1 vol. in-8°.

Memorial historico español : coleccion de documentos, opusculos y antigüedades que publica la Real Academia de la Historia. Tome XXXIX. Madrid, de la Viuda é Hijos de M. Tello, 1899; 1 vol. in-8°.

Annals of the New York Academy of Sciences. Vol. XI, part III. New York City, 1898; 1 vol. in-8°.

Anales del Museo nacional de Buenos Aires, par le prof. Dr Carlos Berg. Tome VI (2e série, t. III). Buenos Aires, Juan A. Alsina, 1899.

Bulletin de la Société des Sciences de Bucarest. N° 3. Bucuresci, Institutul de Arte grafice, Carol Göbl, 1899; 1 br. in-8° (Hommage de la Société.)

Proceedings of the Iowa Academy of Sciences for 1898. Vol. VI. Des Moines, Iowa, F. B. Conaway, state printer, 1899; 1 br. in-8°.

Nachrichten von der königl. Gesellschaft des Wissenschaften zu Göttingen. 1899. Heft 1. Göttingen, Lüder Horstmann, 1899; 1 br. in-8°.

Journal of the Academy of natural Sciences of Philadelphia. Vol. XI, part 2. Philadelphia, Academy of natural Sciences, 1899; 1 vol. in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 7 AOUT 1899.

Congrès horticole de 1899 : *Séance du* 26 *mai.* Paris, siège de la Société, 1899; broch. in-8°.

The resistance of bacteria to cold, by MAZYCK P. RAVENEL, M. D., of Philadelphia. From *The medical News,* 1899; 1 broch. in-8°.

Actas de la Sociedad espanola de Historia natural. Madrid, Don I. Bolivar, Tesorero, 1899; 2 broch. in-8°.

Rad jugoslavenske akademije Zuanosti i Umjetnosti. U. Zagrebu, 1899; 1 broch. in-8°.

Quelques recherches sur les centres d'action de l'atmosphère : II. *La pluie,* par H. HILDEBRAND-HILDEBRANDSSON. Stockholm, P.-A. Norstedt et Söner, 1899; 1 fasc. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 3 juillet 1899.)

Note de M. *E.-O. Lovett,* Sur les transformations des droites :

Les expressions pour n et v, qui n'affectent pas les résultats de la Note, ont été écrites en employant accidentellement : *fonctions de deux variables,* au lieu de *fonctions de trois variables.*

(Séance du 24 juillet 1899.)

Note de M. *Armand Gautier,* Présence de l'iode, etc. :

Page 191, ligne 9, *à la suite des mots :* au moins dans celles à chlorophylle, *ajoutez* même dans celles d'eaux douces.

(Séance du 31 juillet 1899.)

Note de M. *E. Vallier,* Sur la loi des pressions dans les bouches à feu :

Page 258, formule (1), *supprimez* ω.
Page 259, formules (4) et (5), *au lieu de* z, *lisez* Z.

Note de M. *A. Recoura,* Sur les états isomériques de l'acétate chromique : acétate anormal violet biacide, acétate anormal vert monoacide :

Page 288, ligne 27, *au lieu de* $Cr(C^2H^3O^2)^2, 5H^2O$, *lisez* $Cr(C^2H^3O^2)^3, 5H^2O$.
Page 289, ligne 40, *au lieu de* $Cr(C^2H^3O^2), \frac{1}{2}H^2O$, *lisez* $Cr(C^2H^3O^2)^3, \frac{1}{2}H^2O$.

// COMPTES RENDUS
DES SÉANCES
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 14 AOUT 1899,

PRÉSIDÉE PAR M. MAURICE LÉVY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur les dérivés métalliques de l'acétylène;* par MM. BERTHELOT et DELÉPINE.

« Depuis les études de l'un de nous sur les acétylures métalliques et leurs dérivés, faites il y a un tiers de siècle, à une époque où l'acétylène était rare et coûteux, ces composés ont été l'objet de nombreuses recherches, tant de la part de MM. Matignon, Guntz, Maquenne, de Forcrand, Moissan, pour les acétylures alcalins, que de MM. Keiser, Miasnikoff, Blochmann, Lossen, Plimpton et Travers, Sœderbaum, Arth, Biginelli, Chavastelon, Erdmann et Köthner, et autres savants, pour les acétylures d'argent, de cuivre, de mercure et leurs dérivés. Ces recherches en ont multiplié le nombre et fixé certaines formules. Le moment nous a paru

venu d'établir la théorie thermochimique de ces composés et d'en comparer les formules définitives avec la théorie proposée par M. Berthelot, théorie qui assimilait d'une part l'acétylène et les acétylures C^2H^2, C^2M^2, avec l'ammoniaque AzH^3 et les azotures correspondants AzM^3, et d'autre part les dérivés des acétylures à ceux de l'ammonium : $(C^2M^3)R$ correspondant à $(AzH^4)R$, R étant un radical négatif simple ou composé.

» Nous avons choisi pour cette recherche l'examen des composés acétyliques dérivés d'un métal monovalent, l'argent, parce qu'un tel métal fournit des dérivés plus simples que les métaux polyvalents. Les composés argentiques d'ailleurs ne forment guère de sels basiques, comme le font au contraire les composés des métaux polyvalents, et ils ne sont pas suroxydables au contact de l'air, à la façon des sels cuivreux : ces circonstances, propres aux sels d'argent, donnent plus de netteté aux déductions tirées de leur étude.

ACÉTYLURE D'ARGENT, C^2Ag^2.

» Nous avons formé ce composé dans le calorimètre, en faisant réagir l'acétylène dissous sur l'azotate d'argent ammoniacal dissous. Nous avons trouvé, vers 17°,

$$C^2H^2 \text{ diss.} + 2(AzO^3Ag.\,2AzH^3) \text{ diss.}$$
$$= C^2Ag^2 \text{ préc.} + 2(AzO^3H.\,AzH^3) \text{ diss.} + 2AzH^3 \text{ diss., dégage} \ldots\ldots \quad +15^{Cal},55$$

» D'où résulte

$$C^2 + Ag^2 = C^2Ag^2 \text{ précipité} \ldots\ldots\ldots \quad -87^{Cal},15$$

» L'acétylure précipité, desséché à 90°, a fourni dans deux analyses : Ag = 90,05 et 89,83. La formule exige 90,0.

» Le composé desséché à l'air libre, après soixante heures, renfermait 88,5 d'argent; après cinq jours : 89,6, chiffres qui indiquent que l'eau retenue d'abord se dissipe à la température ordinaire.

» A la rigueur, on pourrait supposer que cette eau ne préexiste pas dans le précipité, celui-ci pouvant être envisagé comme un oxyde d'argent-acétyle $(C^2HAg^2)^2O$. Mais la facilité avec laquelle l'eau s'élimine à froid est plus favorable à l'opinion qui la regarde comme simplement juxtaposée avec l'acétylure d'argent : l'oxyde ci-dessus, s'il existe, ne se produit pas dans les conditions précédentes.

» La réaction de l'acétylène sur l'oxyde d'argent

C^2H^2 gaz + Ag^2O sol. = C^2Ag^2 sol. + H^2O gaz., dégagerait			+22,25
»	»	liquide	+32,95
C^2H^2 dissous	»		+27,65

» Ces chiffres l'emportent sur la chaleur dégagée avec l'azotate d'argent ammoniacal, cette dernière comprenant en moins l'excès de la chaleur de neutralisation de l'oxyde d'argent ammoniacal, sur celle de l'ammoniaque.

» Nous reviendrons sur ces valeurs.

» L'acétylure d'argent sec a été placé dans un tube où l'on a fait le vide, puis on l'a chauffé avec précaution. Il détone avec un bruit sec et une flamme rougeâtre; du carbone se dépose aussitôt dans toutes les parties du tube. On a obtenu quelques traces de gaz dans cette opération, soit pour $0^{gr},100$ d'acétylène : $CO = 0^{cc},32$; $Az = 0^{cc},16$. Ce qui montre que le précipité retient toujours une trace d'argentacétyle; mais cette trace est insuffisante pour expliquer la détonation. En tous cas, il n'y a pas d'hydrogène, conclusion à laquelle Keiser était déjà arrivé, en faisant la même expérience.

» Le caractère explosif d'un composé semblable, qui se détruit *avec flamme*, bien qu'il forme à peu près exclusivement des éléments solides à la température ordinaire, mérite quelque attention. En réalité, le phénomène paraît la résultante de plusieurs actions, qui se succèdent durant un intervalle de temps presque inappréciable, savoir :

» 1° La séparation du carbone et de l'argent provoquée par le travail préalable de l'échauffement à une température relativement peu élevée;

» 2° Un dégagement de chaleur de $+ 87^{Cal},15$, rapporté au carbone diamant, ou plus exactement $+ 80^{Cal},47$, rapporté au carbone amorphe;

» 3° Ce dégagement de chaleur est assez considérable pour réduire le carbone en gaz normal, comme en témoigne sa condensation sur toutes les parois du tube : réduction qui exigerait pour $C^2 = 24^{gr}$ (diamant) $+ 84^{Cal},2 + \varepsilon$ (1), d'après les inductions développées par M. Berthelot à différentes reprises depuis 1865 (voir en dernier lieu *Thermochimie, données et lois numériques*, t. I, p. 207); les produits atteindraient ainsi une température voisine de 4000°, d'après le calcul des chaleurs spécifiques;

» 4° Le refroidissement immédiat de ces produits serait accompagné

---

(1) C amorphe : $77,5 + \varepsilon$.

par la combinaison réciproque d'un certain nombre d'atomes de carbone gazeux, de façon à reconstituer le carbone à l'état polymérisé, seul connu jusqu'ici à la température ordinaire ([1]). C'est cette combinaison qui dégage la chaleur, manifestée par le phénomène explosif définitif.

» Ces considérations sont analogues à celles développées par l'un de nous dans ses études sur l'explosion de l'acétylène; elles sont plus nettes pour l'acétylure d'argent, parce qu'il se produit ici un élément solide à la température ordinaire, l'argent, au lieu d'un élément gazeux tel que l'hydrogène.

» L'acétylure d'argent humide détone également, lorsqu'on le chauffe; mais l'explosion est plus violente dans ce cas, parce qu'elle a lieu au sein, ou plutôt au contact d'une atmosphère de gaz aqueux, qui transmet aussitôt les pressions aux parois du tube et en détermine la rupture générale; au lieu d'être amortie en partie, en raison de l'existence d'un espace vide. On connaît l'influence de ce dernier pour empêcher l'explosion de la poudre noire; et plus généralement on sait l'influence inverse du bourrage pour augmenter l'intensité du choc explosif dans les mines et dans les armes.

» C'est ici le lieu de remarquer que, étant donnée la chaleur de formation de l'acétylure d'argent, ce corps doit régénérer l'acétylène, non seulement par l'action du gaz chlorhydrique, ou d'une dissolution concentrée produisant aisément ce gaz, mais même par l'action de l'acide chlorhydrique étendu

$C^2Ag^2 + 2HCl$ gaz $= 2AgCl + C^2H^2$ gaz .... $+43,25$
$C^2Ag^2 + 2HCl$ dilué $= 2AgCl + C^2H^2$ gaz ...... $+8,4$ dissous...... $+13,7$

» Au contraire, l'acide azotique étendu ne saurait transformer simplement en acétylène l'acétylure d'argent; attendu que

$C^2Ag^2 + 2AzO^3H$ étendu $= 2AzO^3Ag$ dissous $+ C^2H^2$ gaz, absorberait... $-22^{Cal},6$

» Même en supposant l'acétylène dissous, on aurait $-17,3$.

» L'acide azotique gazeux attaquerait, au contraire, l'acétylure d'argent, mais en le détruisant avec dégagement de chaleur et même explosion. Avec l'acide liquide pur, il y a aussi dégagement de chaleur; mais l'acétylène est en même temps oxydé. On y reviendra.

» De même l'acide sulfurique étendu ne régénère pas d'acétylène avec

([1]) Voir entre autres *Ann. de Phys. et de Ch.*, 4e s., t. IX, p. 475; t. XVIII, p. 176, etc.

l'acétylure d'argent, circonstance qui paraît surprenante à première vue, mais que la Thermochimie explique. En effet

$$C^2Ag^2 + SO^4H^2 \text{ étendu} = SO^4Ag^2 \text{ dissous} + C^2H^2 \text{ gaz} \ldots\ldots \quad -28,45$$

» Même en supposant le sulfate d'argent solide (+4,5) et l'acétylène dissous (+5,3) on aurait encore — 18,65.

» On voit par là que la condition d'action de l'acide chlorhydrique sur l'acétylure d'argent est attribuable au faible écart qui existe entre la chaleur de formation des chlorures d'argent et d'hydrogène, opposé à un écart plus considérable entre les acétylures d'argent et d'hydrogène.

» Comparons la chaleur de formation de l'acétylure d'argent à celle de l'acétylène et des acétylures alcalins, déterminés par MM. Matignon, Guntz et de Forcrand :

	Cal
$C^2 + H^2 = C^2H^2$ gaz, absorbe	$-58,1$
$C^2 + Na^2$	$-8,8$
$C^2 + Li^2$	$+11,5$
$C^2 + Ca$	$+6,25$ ([1])
$C^2 + Ag^2$	$-87,15$

» Les acétylures d'hydrogène, d'argent, de sodium et probablement de potassium, sont endothermiques; ceux de lithium et de calcium étaient exothermiques.

» Il existe des acétylures monopotassé, C^2HK, et monosodé, C^2HNa, auxquels correspondrait un acétylure monoargentique, C^2HAg, qu'une étude plus approfondie permettra sans doute d'isoler.

» Toutefois, si l'on s'en rapporte aux analogies tirées des deux acétylures sodiques, l'acétylure bimétallique serait moins instable que l'autre. En effet :

$C^2 + Na^2 = C^2Na^2$, absorbe	$-8^{Cal},8$
$C^2 + H + Na = C^2HNa$, absorbe	$-29^{Cal},2$

» La décomposition exothermique inverse

$C^2Na^2 = C^2 + Na^3$	$+8,8$ (C diamant)	ou $+2,1$ (C amorphe)
$C^2HNa = C^2 + H + Na : C^2 + H + Na$.	$+29,2$	ou $+22,5$

([1]) D'après la rectification faite par M. Moissan au nombre inexact donné par Thomsen pour la chaleur d'oxydation du calcium.

c'est-à-dire que la seconde offrirait un caractère explosif bien plus prononcé que la première.

» Ces deux décompositions ont été observées en fait par M. Moissan (*Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, t. XVI, p. 149), sous l'influence d'une température de plus en plus élevée. Il a reconnu également que l'acétylène monosodé, chauffé avec ménagement, éprouve une première transformation, avec régénération d'une certaine dose d'acétylène, accompagné par des carbures liquides (et probablement par les dérivés sodés de ces derniers). Le dédoublement simple

$$2\,C^2HNa = C^2Na^2 + C^2 + H^2, \text{ dégagerait}\ldots \quad +42{,}7\ (C^2 \text{ amorphe})$$

» Au contraire, la réaction simple

$$2\,C^2HNa = C^2Na^2 + C^2H^2, \text{ absorberait}\ldots\ldots \quad -8^{Cal}{,}7$$

» Mais cette dernière perte d'énergie est compensée par la formation des carbures polymérisés et de leurs dérivés sodés, dans la réaction effectuée.

» Observons encore le dégagement de chaleur accompli lors de la réaction de l'acétylène sur les métaux alcalins, dégagement qui va jusqu'à l'incandescence avec le potassium

$$C^2H^2 + Na^2 = C^2Na^2 + H^2, \text{ dégage}\ldots\ldots \quad +49{,}3$$
$$C^2H^2 + Na = C^2HNa + H, \text{ dégage}\ldots\ldots \quad +28{,}9$$

et, par conséquent,

$$C^2HNa + Na = C^2Na^2 + H\ldots\ldots \quad +20{,}4$$

» Les deux composés successivement formés répondent à un dégagement de chaleur décroissant, comme il arrive dans la plupart des cas des réactions réitérées. A la vérité, les deux valeurs 28,9 et 20,4 se rapprocheraient beaucoup, si l'on rapportait l'acétylène à l'état solide, pour le rendre plus comparable à l'acétylène monosodé; c'est-à-dire que les deux dégagements de chaleur tendraient à se conformer à la loi des proportions multiples (voir *Thermochimie, données et lois numériques*, t. I, p. 205 et suiv.).

» Voici maintenant quelques comparaisons dignes d'intérêt. L'acétylène, ainsi que M. Berthelot l'a signalé, est un composé formé par l'hydrogène uni à un élément électronégatif, le carbone, composé susceptible de substitutions métalliques et comparable sous ce rapport aux hydracides,

spécialement à l'hydrogène sulfuré, et même aux oxacides, en tant que dérivés de certains radicaux complexes, jouant le rôle du soufre et des éléments halogènes. Envisageons ces divers corps dans leur réaction sur les oxydes et spécialement sur l'oxyde d'argent, d'après la formule suivante, où les états des corps correspondants sont comparables :

Acide gazeux + Ag^2O solide = sel solide + H^2O gazeux.

			Acide dissous. Sel solide.
2 H Cl	2 Ag Cl..........	+65,3	+41,2
2 H Br	2 Ag Br..........	+80,9	+51,6
2 H I	2 Ag I...........	+92,5	+64
2 H Cy	2 Ag Cy..........	+44,3	+42,8
H^2S	Ag^2S...........	+49,9	+55,8
$2(AzO^3)H$	$2(AzO^3)Ag$.....	+40,0	+21,8
SO^4H^2	SO^4Ag^2.........	»	+19,0
H^2C^2	Ag^2C^2..........	+22,5	+27,6

» On voit par ces chiffres que la chaleur de formation des sels d'argent, pour les acides gazeux et l'eau gazeuse, place l'acétylure au dernier rang des corps envisagés; mais qu'il en est autrement pour les acides dissous, le sel formé étant ramené pour tous au même état solide. Dans ces conditions, l'acétylène l'emporte en effet sur les acides azotique, sulfurique, tout en étant surpassé par les autres hydracides. L'expérience est conforme à ces prévisions et elle vérifie, comme il a été dit plus haut, les réactions antagonistes, et de signe inverse, dans lesquelles on oppose l'acétylène, d'une part aux hydracides ordinaires, d'autre part aux acides azotique et sulfurique.

» Les acétylures alcalins (potassium, sodium, calcium) sont au contraire décomposés par tous les acides, d'après leurs valeurs thermiques : l'eau seule suffit à cette décomposition. Il nous paraît inutile de reproduire ces chiffres, faciles à calculer d'après les données qui précèdent.

» Nous pouvons cependant tirer de là d'autres rapprochements entre les acétylures et les sels, c'est-à-dire entre les composés de l'hydrogène, du sodium et de l'argent.

Substitutions dans les composés hydrogénés :
État gazeux du composé hydrogéné; état solide du composé métallique.

	H^2 par Na^2	H^2 par Ag^2.
2 H Cl................	+151,8	+14,0
2 H Br................	+155,0	+29,6

H^2 par	Na^2	H^2 par Ag^2.
2 HI	+150	+41,2
2 HF	+144,4	−20,6
2 HCy	+106,2	− 7,0
H^2S	+ 84,5	+ 1,2
$2(AzO^3)H$	+152,6	−11,4
C^2H^2	+ 49,3	−29,05

» Voici quelles conséquences se manifestent à la lecture de ces chiffres. La substitution de l'hydrogène gazeux par le sodium solide dégage des quantités de chaleur comprises entre 155 et 144, c'est-à-dire voisines pour les quatre hydracides monovalents, et pour l'acide azotique, acide dont les chaleurs de neutralisation sont, en général, voisines de celles de ces hydracides. La même similitude est applicable, d'ailleurs, aux comparaisons entre l'hydrogène et le sodium solide, la chaleur de solidification de l'hydrogène étant une constante.

» Les sels qui répondent à ces fortes valeurs ne sont pas dissociés (hydrolysés) sensiblement par l'eau qui les dissout.

» Au contraire les cyanures et sulfures alcalins, qui répondent à des valeurs de substitution beaucoup plus faibles, d'un tiers et de près de moitié, quoique considérables, sont dissociés d'une façon notable par l'eau qui les dissout.

» Enfin les acétylures alcalins, dont la valeur de substitution n'est que le tiers de celle des sels haloïdes et des azotates correspondants, — ce qui rend exothermique leur décomposition par l'eau avec régénération d'hydrate de soude dissous ou analogue, — sont entièrement décomposés par l'action du dissolvant.

» La substitution de l'hydrogène par l'argent donne lieu à des résultats beaucoup plus divergents, la chaleur correspondante variant pour chacun des acides envisagés. Cette valeur est même négative pour les acides fluorhydrique, acétique, cyanhydrique, et surtout pour l'acétylène. Cependant l'eau n'exerce pas d'action décomposante à froid sur les sels correspondants, parce que leur chaleur de formation serait considérable depuis l'oxyde d'argent qui en serait séparé si la décomposition avait lieu.

» L'étude des chaleurs de substitution de l'hydrogène par les métaux conduit à examiner de plus près les réactions entre l'eau et les acétylures, réactions dans lesquelles se manifestent deux phénomènes opposés, savoir la décomposition de certains acétylures par l'eau, avec formation d'oxydes (anhydres et hydratés) et d'acétylène, et la décomposition inverse de cer-

tains oxydes hydratés par l'acétylène, avec formation d'acétylures. Cette opposition est, comme d'ordinaire, corrélative du signe contraire du phénomène thermique. En effet

$C^2Na^2 + 2H^2O +$ eau $= C^2H^2$ gaz $+ 2NaOH$ dissous, dégage... $+37,6$
$C^2HNa + H^2O +$ eau $= C^2H^2$ gaz $+ NaOH$ dissous.......... $+14,6$

tandis que la réaction opposée

C^2H^2 gaz $+ Ag^2O +$ eau $= C^2Ag^2 + H^2O$, dégage.. .... $+32,95$

» En général, étant données : A la chaleur de formation d'un acétylure, C^2M^2, par les éléments, et $2Q$ la chaleur de formation d'un hydroxyde, $2ROH$ (ou du système $R^2O + H^2O$, si l'oxyde n'est pas hydraté), le sens de la réaction devrait être déterminé par celui de l'inégalité

$$A + 138 \gtrless 2Q - 58,1$$

si l'on envisage uniquement la formation de l'acétylène par la réaction de l'eau sur l'acétylure métallique.

» Les choses se passent ici comme pour les sulfures et les cyanures qui donnent lieu à une opposition analogue, explicable de même par les valeurs thermochimiques relatives aux sulfures et cyanures alcalins d'une part, métalliques de l'autre.

» Cependant des phénomènes intermédiaires sont possibles et ont été observés, en effet, par M. Moissan, tels que la formation de carbures plus hydrogénés et surtout plus condensés que l'acétylène; formène, éthane, éthylène et polymères, etc., dans les cas où le carbure métallique ne correspond pas par sa composition à un acétylure; ou bien dans les cas où il renferme quelque dose de métal libre; ou bien encore s'il forme par réaction un protoxyde capable de décomposer l'eau; ou bien enfin s'il donne lieu, par suite d'une attaque locale trop vive, soit à quelque condensation polymérique de l'acétylène, soit à quelque séparation de carbone libre. L'étude de ces diverses conditions, jointe à celle de la chaleur de formation du carbure métallique, sera fort intéressante pour éclaircir la genèse naturelle des pétroles, genèse synthétique rapportée autrefois, par l'un de nous, à celle des acétylures [1].

» Ces résultats étant acquis par l'étude de l'acétylène et des acétylures,

---

[1] *Annales de Physique et de Chimie*, 4e série, t. IX, p. 482; 1866.

composés comparables à l'ammoniaque et aux azotures, nous allons passer à l'étude des dérivés salins proprement dits, formés par les radicaux argent-acétylés, comparables à l'ammonium.

SELS D'ARGENTACÉTYLE.

» Nous avons étudié l'azotate, les sulfates, les chlorures, l'iodure. Ces divers composés sont dérivés d'un radical commun, l'argentacétyle, C^2Ag^3, jouant le rôle de radical simple, dérivé de l'acétylure d'argent et assimilable à l'argent lui-même.

» Divers faits indiquent aussi l'existence d'un radical intermédiaire, C^2HAg^2, dérivé d'un acétylure, C^2HAg, comparable à l'acétylure monosodique; mais nous n'en avons pas poursuivi l'étude, qui est fort délicate.

» *Azotate d'argentacétyle :* $(C^2Ag^3)AzO^3$. — Ce composé, signalé par Keiser et Plimpton, a été particulièrement étudié par M. Chavastelon. Nous l'avons préparé en faisant agir l'acétylène sur une dissolution d'azotate d'argent et nous en avons vérifié la formule de diverses manières, tant en analysant les produits qu'en pesant le gaz employé. Le composé est fort explosif.

» Dans le calorimètre, nous avons trouvé (4 essais) :

C^2H^2 gaz $+ 3AzO^3Ag$ étendu
$= (C^2Ag^3)AzO^3$ précip. $+ 2AzO^3H$ étendu...... $+32^{Cal},4$
C^2H^2 dissous $+ 3AzO^3Ag$ étendu.................. $+27^{Cal},1$

» D'où résulte pour la chaleur de dissolution de C^2H^2 : $+5,3$; valeur concordante avec celle de M. Villard.

» En opérant avec l'acétylène dissous et avec une liqueur diluée, on a observé deux phases successives, la réaction ne dégageant immédiatement que les $\frac{4}{5}$ du chiffre total.

» On déduit des résultats précédents :

$$C^2 + Ag^3 + Az + O = C^2Ag^3AzO^3 \ldots\ldots\ldots \quad -54^{Cal},3$$

» Il en résulte pour l'union de l'acétylure d'argent avec l'azotate d'argent :

$C^2Ag^2 + AzO^3Ag$ solide..................... $+4^{Cal},15$
AzO^3Ag dissous............................ $+9^{Cal},85$

» L'oxyde d'argentacétyle, base correspondant à l'azotate, répondrait

à la formule

$$(C^2Ag^3)^2O.$$

» Comparons la puissance basique de ce radical à celle de l'argent, vis-à-vis de l'acide azotique. A cet effet, admettons que l'union de l'oxyde d'argent avec l'acétylure d'argent $(C^2Ag^2)^2 + Ag^2O$ dégage une quantité de chaleur y, quantité probablement petite, en tout cas inférieure à la chaleur dégagée par l'union de l'ammoniaque avec l'oxyde d'argent; attendu que l'ammoniaque ne laisse subsister que l'acétylure et non l'oxyde dérivé. Soit N_1, la chaleur de neutralisation d'un équivalent d'acide azotique par cet oxyde.

» Un calcul facile (¹) donne

$$y + 2N_1 = +30^{Cal},1,$$

c'est-à-dire

$$N = +15,05 - \frac{y}{2}.$$

» L'azotate d'argentacétyle doit être décomposé et l'est, en effet, soit par l'acide chlorhydrique, en raison de la chaleur due à la formation de trois molécules de chlorure d'argent,

$(C^2Ag^3)AzO^3 + 3HCl$ étendu $= 3AgCl + AzO^3H$ étendu $+ C^2H^2$ gaz.... $+24^{Cal},4$;

soit par l'ammoniaque en excès, avec formation d'azotate d'argentammonium et d'acétylure d'argent,

$(C^2Ag^3)AzO^3 + 2AzH^3$ diss. $= C^2Ag^2 + AzO^3AzH^3[AzH^3Ag]$ diss.... $+3,6$.

» Au lieu de décomposer l'azotate d'argentacétyle par l'acide chlorhydrique, on peut l'attaquer par l'acide azotique.

(¹)

$C^2 + Ag^2$: $-87,15 \times 2$	$-174,3$
$Ag^2 + O$	$+ 7,0$
Union des corps précédents..............	y
$2(Az + O^3 + H) =$ acide étendu........	$+ 97,6$
Neutralisation..........................	$2N$
	$- 69,7 + y + 2N$
$2(C^2Ag^3AzO^3)$........................	$- 108,6$
H^2O....................................	$+ 69$
	$- 39,6$
$y + 2N$	$+ 30,1$

« Le précipité humide se dissout en effet rapidement dans son volume d'acide azotique ordinaire bouillant, le dégagement de vapeur nitreuse continuant même après dissolution totale : ce qui implique la suroxydation des éléments de l'acétylène. En effet, si on laisse refroidir la liqueur claire, il s'y dépose de belles aiguilles constituées par du cyanure d'argent pur. Ceci est conforme à la formation connue de l'acide cyanhydrique dans les oxydations de matières hydrocarbonées par l'acide azotique.

» On remarquera que l'acétylène précipite l'argent de ses sels dissous, notamment de l'azotate, comme pourraient le faire les hydracides, chlorhydrique, iodhydrique, sulfhydrique, etc.

» Nous l'avons en effet comparé plus haut avec les hydracides, au point de vue thermochimique.

» La précipitation simple de l'acétylure d'argent, à la façon du sulfure,

C^2H^2 gaz $+ 2AzO^3Ag$ dissous $= C^2Ag^2 + 2AzO^3H$ étendu, dégagerait.... $+22,55$

» Mais l'acétylure s'associe à mesure, à la façon de l'ammoniaque, avec 1 molécule supplémentaire d'azotate en dégageant $+ 9^{Cal},85$; dégagement qui répond à un travail plus grand, lequel détermine la réaction totale.

Sulfates d'argentacétyle.

» Nous avons obtenu plusieurs composés de cet ordre :

» 1. *Sulfate double d'argent et d'argentacétyle :* $\left.\begin{matrix} C^2Ag^3 \\ Ag \end{matrix}\right\} SO^4$. — C'est le produit direct de l'action de l'acétylène gazeux sur une dissolution de sulfate d'argent employée en excès. Précipité blanc séché à 90°. Trouvé : Ag = 78,23.

» Sa détonation dans le vide est faible. Elle fournit de l'argent et un mélange d'acide sulfureux, d'acide carbonique et d'oxyde de carbone. La mesure du volume des gaz et leur analyse montrent que la moitié de l'oxygène est changée en acide sulfureux, l'autre moitié en acide carbonique et oxyde de carbone, ces derniers à volumes presque égaux. En poids, le soufre de l'acide sulfureux trouvé pèse 5,7 centièmes; l'oxygène changé en gaz sulfureux et oxycarboné, 11,4.

» L'analyse donne donc :

		Calculé.
Ag....................	78,23	78,25
S.....................	5,7	5,7
O.....................	11,4	11,4
C.....................	»	4,65

» Dans la détonation, les deux tiers du carbone environ sont brûlés à l'état d'acide carbonique et d'oxyde de carbone, un tiers étant mis en liberté.

» L'équation de l'explosion, d'après la pesée de ses produits, est donc

$$C^2Ag^4SO^4 = Ag^4 + SO^2 + \tfrac{2}{3}(CO^2 + CO) + \tfrac{2}{3}C.$$

» Nous avons mesuré directement la chaleur de formation de ce composé dans le calorimètre,

C^2H^2 dissous + $2SO^4Ag$ dissous (en excès)
= $C^2Ag^4SO^4$ précip. + SO^4H^2 diss., dégage.. $+21^{Cal},2$ (2 déterminations).

d'où

$C^2 + Ag^4 + S + O^4 = C^2Ag^4SO^4$..........	+83,3
$C^2Ag^2 + SO^4Ag^2$........................	+ 3,35

» 2. Si l'on continue le courant d'acétylène, le précipité jaunit légèrement et l'argent se précipite *en totalité*, en formant un composé nouveau

$$(C^2Ag^3)^2SO^4 + C^2Ag^3.Ag.SO^4.$$

» *Analyse :*

	Trouvé.	Calculé.
Ag......................	80,25	80,29
S(1)......................	4,4	4,7
O(2)......................	9,0	9,5
C......................	»	5,5

» 3. Le composé ultime est $(C^2Ag^3)^2SO^4$, composé dont la formation est empêchée par la précipitation totale du précédent : M. Plimpton l'a signalé; mais dans les conditions qu'il a indiquées, il semble avoir obtenu plutôt le précédent, dont ce corps diffère très peu au point de vue des dosages.

» Quoi qu'il en soit, nous avons réussi à obtenir ce sulfate normal en laissant une solution aqueuse d'acétylène en contact prolongé avec le sulfate précédent.

» Après vingt-quatre heures nous avons trouvé :

		Calculé.
Ag...........................	80,95	81,81
S...........................	4,14	4,04

(1) D'après SO^2 obtenu par détonation dans le vide.

(2) D'après O changé en SO^2, CO^2 en CO, par détonation dans le vide.

» Le but n'étant pas encore atteint, on enlève alors le liquide acide et on le remplace par de l'eau nouvelle saturée d'acétylène. Au bout de deux autres jours de contact, nous avons trouvé :

			Calculé.
Ag........................	82,05		
C^2H^2 (regénéré par HCl)....	9,48	c'est-à-dire 6,47 pour 100	6,56

» Dans le calorimètre, ce corps a été détruit par l'acide chlorhydrique étendu :

$SO^4(C^2Ag^3)^2 + 6HCl$ diss.
$= 6AgCl$ sol. $+ 2C^2H^2$ diss. $+ SO^4H^2$ diss. à 21°,8... $+39^{Cal},3$

» D'où

$S + O^4 + 3C^2 + 6Ag$.............................. $+ 2^{Cal},8$
SO^4Ag^2 sol. $+ 2C^2Ag^2$ sol.......................... $+10^{Cal}$

» Entre la chaleur de formation d'une molécule de ce sulfate et celle de deux molécules d'azotate, la différence est

$$+2,8 - (-108,6) = +111,4.$$

» Elle est presque la même qu'entre le sulfate et l'azotate d'argent :

$SO^4Ag^2 - 2AzO^3Ag$ solides........... $167,1 - 57,4 = +109,7$

C'est là un rapprochement très frappant.

Chlorures d'argentacétyle.

» Il existe plusieurs composés. Voici nos résultats :

» 1. $(C^2Ag^3)Cl$. — On prend du chlorure d'argent récemment précipité, on le dissout dans l'ammoniaque concentrée, et l'on fait agir le gaz acétylène, en quantité relativement faible, en agitant jusqu'à ce que les $\frac{2}{3}$ au plus du chlorure d'argent soient précipités, terme indiqué par l'apparition d'un voile jaunâtre. On s'arrête aussitôt. On lave le précipité blanc par décantation, puis on le sèche à 90°.

» *Analyse :*

Ag.............	84,26	Calculé.........	84,48
C^2H^2 (1)........	6,61	»	5,77

Ce corps détone faiblement.

(1) Dégagé par HCl étendu de son volume d'eau. On a tenu compte de la quantité C^2H^2 dissoute.

» Dans le calorimètre, on a obtenu :

$$C^2Ag^3Cl + HCl \text{ diss.} = 3HCl + C^2H^3 \text{ diss.} \ldots\ldots \quad +11,8$$

d'où

$$C^2 + Ag^3 + Cl = (C^2Ag^3)Cl \ldots\ldots \quad -56,4$$
$$C^2Ag^2 + AgCl \ldots\ldots \quad +1,75$$

» 2. C^2Ag^3Cl, C^2Ag^2 ou $C^2Ag^2(C^2Ag^3)Cl$. — On prend une dissolution de AgCl dans l'ammoniaque, amenée par l'addition d'un peu d'acide chlorhydrique vers la limite de solubilité : on y fait passer l'acétylène gazeux à refus, ce qui fournit un précipité jaune citron.

» *Analyse :*

Ag.............	86,57	Calculé.........	86,59
C^2H^2 (1).......	8,19	»	8,32

Ce corps détone mieux que le précédent.

» Dans le calorimètre :

$$C^2Ag^3Cl, C^2Ag^2 + 4HCl \text{ diss.} = 5AgCl + C^2H^2 \text{ diss.} \ldots \quad +23,3$$

d'où

$$2C^3 + Ag^5 + Cl = C^2AgCl, C^2Ag^2 \ldots\ldots \quad -141,5$$
$$2C^2Ag^2 + AgCl \ldots \quad +3,8 \qquad C^2Ag^2 + C^2Ag^3Cl \ldots \quad +2,05$$

» Les deux combinaisons successives d'acétylure d'argent dégagent à peu près la même quantité de chaleur.

» 3. En prolongeant l'action de l'acétylène, on obtient des précipités de plus en plus jaunes, tels que l'un d'eux contenait, par exemple, 87,5 Ag, répondant à C^2Ag^3Cl, $2C^2Ag^2$. Le calcul indique pour une transformation complète du précipité en acétylure d'argent, en présence d'un excès de AzH^3,

$$C^2Ag^3Cl, C^2Ag^2 + C^2H^2 + 2AzH^3 = 3C^2Ag^2 + 2AzH^4Cl \text{ diss} \ldots\ldots \quad +7,75$$

On voit par là pourquoi le chlorure normal s'obtient seulement au début et en présence d'un excès d'argent.

» La chaleur de formation du chlorure d'argentacétyle par les éléments, −56,4, s'écarte à peine de celle de l'azotate −54,3; ce qui est précisément la relation entre le chlorure d'argent (+29,0) et l'azotate d'argent solides (+28,7).

---

(1) Dégagé par HCl étendu de son volume d'eau. On a tenu compte de la quantité C^2H^2 dissoute.

» Ces rapprochements entre le chlorure, l'azotate et le sulfate, sont, on le voit, précisément parallèles à ceux qui caractérisent les sels d'un métal ou radical simple.

Iodure d'argentacétyle.

» Il existe plusieurs composés :

» 1. *Iodure double.* — L'iodure d'argent, dissous dans l'iodure de potassium seul ou additionné d'ammoniaque, ne précipite pas par l'acétylène; mais si l'on ajoute un peu de potasse, il se forme peu à peu un précipité jaune, lourd et ténu, surtout par agitation en vase clos. On sépare ce précipité par le filtre; on ajoute une nouvelle dose de potasse et l'on fait de nouveau passer l'acétylène: il se forme un nouveau précipité, dont la composition est identique à celle du premier. Ces précipités doivent être lavés d'abord avec des solutions d'iodure de potassium concentrées, pour ne pas décomposer la solution initiale, $(AgI + nKI)$, puis diluées, enfin, avec de l'eau pure.

» *Analyses :*

	Premier précipité.	Deuxième précipité.	Calculé pour $C^2Ag^3I + AgI$.
Ag	60,88	61,55	60,84
C^2H^2 (1)	3,71	»	3,66

Par détonation dans le vide, $0^{gr},256$...... $0^{cc},15$ CO + 0,1 Azote

La détonation est faible, accompagnée de flamme.

» Dans le calorimètre

$$C^2Ag^3I, AgI + 2HCl \text{ dissous} = C^2H^2 \text{ dissous} + 2AgCl + 2AgI \ldots \quad +12,65$$

d'où

$$C^2 + Ag^4 + I^2 \text{ solide} \ldots \quad -57,85$$
$$C^2Ag^2 + 2AgI \text{ (état final)} \ldots \quad +0,90$$

» Nous avons préparé un iodure double de cuprosacétyle vermillon : C^2Cu^3I, CuI, correspondant au sel d'argent précédent.

» 2. Nous avons essayé de préparer un iodure d'argentacétyle par double décomposition, en versant une dissolution d'iodure de potassium sur l'azotate d'argentacétyle. Il se produit aussitôt une réaction, avec mise

---

(1) Pour HCl.

en liberté d'alcali et dégagement d'acétylène, lorsqu'on emploie un excès d'iodure de potassium. Mais si l'on s'arrête au moment où l'alcalinité apparaît, on obtient un précipité vert, présentant la composition

$$C^2Ag^2 + AgI \text{ ou } C^2Ag^3I,$$

Ce composé est fort détonant.

» Pour en évaluer la chaleur de formation, on l'a traité, tout humide, dans le calorimètre par l'acide chlorhydrique étendu

$$C^2Ag^2, AgI + 2HCl \text{ diss.} = 2AgCl + AgI + C^2H^2 \text{ diss.} \ldots \quad + 13^{Cal},85.$$

» D'après ce résultat

$$C^2 + Ag^3 + I = C^2Ag^2, AgI, \text{ absorbe} \ldots\ldots \quad -73,2$$

nombre qui s'écarte à peine de la somme $-87,1 + 14,2 = -72,9$ des chaleurs de formation séparées de l'acétylure d'argent et de l'iodure d'argent.

» La différence entre la chaleur de formation de cet iodure complexe et celle de l'azotate d'argentacétyle est $+18,9$: la différence entre l'iodure et l'azotate d'argent étant

$$28,7 - 8,6 = +20,1$$

ou

$$28,7 - 14,2 = +14,5,$$

selon que l'on envisage l'état initial ou l'état final de l'iodure d'argent. Pour conclure avec certitude, il faudrait obtenir l'iodure d'argentacétyle cristallisé.

» Les données précédentes montrent que l'acétylure d'argent doit décomposer l'iodure de potassium avec régénération d'acétylène et de potasse libre; car, d'après le calcul,

$$C^2Ag^2 + 2KI \text{ diss.} = 2AgI + C^2H^2 \text{ diss.} + 2KOH \text{ diss.} \ldots\ldots \quad +8,95$$

» C'est ce que vérifie l'expérience, comme il a été dit plus haut; mais sans doute, avec quelque formation intermédiaire. En effet le déplacement est partiel, sauf à se renouveler chaque fois que l'on ajoute une petite quantité d'un acide dilué, de façon à neutraliser à mesure la potasse.

» En résumé, les faits précédents établissent l'assimilation annoncée au début de ce Mémoire entre les acétylures et l'ammoniaque. De même que

l'ammoniaque, AzH^3, peut s'unir aux acides et former des sels, dans lesquels on admet l'existence de l'ammonium, en faisant passer l'hydrogène acide du côté de l'ammoniaque; de même l'acétylure ou carbure d'argent, C^2Ag^2, peut s'unir aux sels d'argent et former des sels, dans lesquels on est autorisé à admettre l'existence de l'argentacétyle, C^2Ag^3, en faisant passer l'argent du côté de l'acétylure.

Série acétylénique.	Série ammoniacale
C^2Ag^3	AzH^3
$C^2Ag^3.Cl$	AzH^4Cl
$C^2Ag^2(C^2Ag^3)Cl$	$AzH^3(AzH^3Ag)AzO^3$
C^2Ag^3I	AzH^4I
$C^2Ag^3I.KI$	$AgI.KI$
$C^2Ag^3(AzO^3)$	$AzH^4(AzO^3)$
$C^2Ag^3.Ag.SO^4$	Sulfates doubles
$(C^2Ag^3)^2SO^4$	$(AzH^4)^2SO^4$

CHIMIE ORGANIQUE. — *Réactions de l'argon et de l'azote sur les radicaux mercuriels;* par M. **Berthelot.**

« Les expériences que j'ai présentées récemment à l'Académie sur l'union de l'argon et de l'azote avec divers composés organiques, soumis à l'action de l'effluve électrique, et spécialement la formation d'un composé complexe, doué d'une tension de vapeur sensible, et renfermant le groupement phénylé, associé au mercure et à l'argon, m'ont conduit à examiner directement les réactions entre ce gaz et les radicaux diméthylmercure et diphénylmercure.

» 1. Le *diméthylmercure*, $(CH^3)^2Hg$ (6 volts alimentant la bobine — 9^h), en présence de l'argon, s'est décomposé en formant de l'hydrogène, du formène (ou de l'éthane C^2H^6) et du mercure. Mais il n'a donné aucune luminescence spéciale, visible en plein jour, ou au jour tombant; seulement une faible lueur nocturne, qui se manifeste dans tous les cas de ce genre.

» L'analyse a constaté qu'aucune trace d'argon n'avait été absorbée dans ces conditions.

» 2. Le diméthylmercure a absorbé, au contraire, l'azote (6 volts — 22^h). On a opéré sur $0^{gr},2576$ de diphénylmercure, contenu dans une très petite

ampoule, à peu près entièrement remplie, et que l'on a écrasée aussitôt entre les deux tubes concentriques. A la fin de l'expérience :

» C^2H^6Hg a fourni une portion gazeuse : $H^2 + \frac{1}{4}CH^4$, avec absorption de 0,22 Az^2.

» La composition de la matière condensée était, dès lors, la suivante :

$$1\tfrac{3}{4}C + H^3 + 0,44\,Az, \quad \text{c'est-à-dire} \quad C^2H^{3,4}Az^{0,50}.$$

» Ces rapports sont voisins de ceux que j'ai observés avec l'éthane C^2H^6, qui a fourni $C^2H^{3,96}Az^{0,535}$, soit un atome d'azote fixé pour deux de carbone. Le diméthylmercure se comporte donc comme tout autre composé organique et fixe pareillement l'azote sous l'influence électrique.

» 3. Le *diphénylmercure* ne se prête que difficilement aux expériences, en raison de son état solide et surtout de son absence de tension appréciable de vapeur à la température ordinaire; car il bout, paraît-il, au-dessus de 300° sous la pression normale. Cependant j'ai essayé de le faire réagir sur l'argon. A cet effet, j'ai introduit quelques décigrammes du composé mercuriel cristallisé dans le fond du tube à effluve; je l'ai fondu et promené sur la surface du tube pendant le refroidissement, de façon que la matière solide constituât une couche mince sur une surface aussi étendue que possible.

» L'argon, soumis à l'action de l'effluve (6 volts) dans ce tube, commence à manifester, au bout de deux heures, la luminescence verte. Elle est très manifeste au bout de trois heures; sans acquérir une grande intensité, sauf la nuit, en raison de la petitesse de quantité de matière volatilisée par l'effluve et de l'action absorbante exercée sur la lumière par la couche blanche de diphénylmercure interposée sur la surface intérieure du tube. Au bout de vingt-trois heures, j'ai trouvé 5,1 centièmes du volume de l'argon absorbé. J'ai répété l'expérience sur le résidu gazeux; avec un nouvel échantillon de diphénylmercure; après dix-huit heures, j'ai trouvé une nouvelle absorption de 3,8 centièmes.

» Ces résultats sont d'autant plus frappants que la réaction déterminée par l'effluve s'exerce entre le gaz et une matière solide dont la surface de contact est extrêmement restreinte. Ils concordent avec tous ceux que j'ai observés précédemment. Ils montrent, de même, que la luminescence verte ne se produit pas avec les dérivés méthyliques, étant attribuable au concours du phényle, du mercure et de l'argon tenus dans un certain équilibre de combinaison et de dissociation, sous l'influence de l'effluve électrique. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. L. Laurent adresse, comme complément à son Mémoire sur l'étiologie du béribéri, une Note « Sur le rôle de l'insuffisance en matières grasses de la ration alimentaire dans l'étiologie du béribéri ».

(Renvoi au Concours du prix Barbier.)

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète périodique Tempel$_2$ = 1873 II, faites à l'Observatoire de Paris (équatorial de la tour de l'Ouest de* 0^m,305 *d'ouverture)*; par M. G. Fayet, communiquées par M. Lœwy.

Dates. 1899.	Étoiles.	✱ — ✱. ΔR.	✱ — ✱. ΔD.	Nombre de comparaisons.
Juillet 31	*a*	+ 0^m.11^s,06	— 8'.42",7	4:4
Août 9	*b*	+ 0. 4,57	—10.54,6	4:4
10	*c*	— 0. 9,87	— 6.50,6	4:4

Positions des étoiles de comparaison.

Étoiles.	Grandeur.	Asc. droite moyenne 1899,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1899,0.	Réduction au jour.	Autorités.
a	9,0	20^h.52^m.21^s,01	+4^s,75	—23°.58'. 2",3	+13",2	16517 Arg.-OE$_2$ Weiss
b	8,8	21. 3.17,93	+4,95	—28.30.57,0	+19,7	29001 Cat. Arg.
c	9,0	21. 4.45,25	+4,98	—29. 2.20,4	+19,7	Cord. Zones XXI^h, n° 105

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1899.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.
Juillet 31..	10^h.46^m.53^s	20^h.52^m.36^s,82	$\bar{1}$,205$_n$	—24°. 6'.26",1	0,917
Août 9..	12.32.20	21. 3.27,45	$\bar{2}$,907	—28.41.31,9	0,933
10..	12.38. 5	21. 4.40,36	$\bar{2}$,988	—29. 8.51,3	0,933

Remarques. — Le 31 juillet, la comète, bien que déjà très basse, s'aperçoit comme une nébulosité assez brillante, avec noyau stellaire de grandeur 10 environ et de 15″ d'étendue. Ce noyau ressort vivement sur la nébulosité environnante. A cette hauteur, la comète paraît avoir à peu près 4′ d'étendue. Ciel très pur.

Le 9 et le 10 août, la comète a semblé beaucoup plus faible, mais cela tenait presque certainement à l'état médiocre du ciel au voisinage de l'horizon, et sans doute la comète est encore très aisément observable dans les lieux dont la latitude est plus favorable.

ASTRONOMIE. — *Observations des Perséides de* 1899. Note de Mlle **D. Klumpke**, présentée par M. Lœwy.

« Les observations données ci-dessous s'étendent du 9 au 13 août. Elles ont été faites à l'Observatoire de Paris, à l'aide d'une alidade montée azimutalement; les coordonnées, azimuts et hauteurs, ont été converties ensuite en ascensions droites et déclinaisons.

» La série a été faite par un ciel pur et sans lune.

» Les Perséides, moins nombreuses que l'année précédente, présentaient le caractère suivant : elles étaient blanches, très rapides, à traînée courte et peu lumineuse en général. D'autres étoiles filantes différant des Perséides par leur couleur et leur éclat ont sillonné le ciel, émanant de radiants divers et traversant les constellations d'Andromède, la Petite-Ourse, la Grande-Ourse, le Dragon, Céphée, la Girafe, Cassiopée, le Dauphin, la Baleine, le Taureau, le Verseau.

» Dans le Tableau ci-après nous avons compté toutes celles que nous avons vues sans pouvoir les observer toutes quant à leur position.

		Étoiles filantes.	A l'heure.
Le 9 août,	de 9h35m à 10h36m	7	7
9 »	de 13.16 à 14.27	15	13
10 »	de 9.40 à 11. 0	17	13
10 »	de 13.14 à 14.25	21	18
11 »	de 10.25 à 12.19	45	23
12 »	de 9.50 à 11.17	19	13
12 »	de 15. 4 à 15.24	5	15
13 »	de 10. 6 à 11. 6	10	10

» Voici les étoiles filantes dont nous avons pu déterminer la position :

Dates.	Temps moyen de Paris.	Nos.	Apparition. α.	Apparition. δ.	Disparition. α.	Disparition. δ.	Remarques.
9 août..	h m 10.19,3	1	359°,8	28°,5	4°,3	22°,2	courte, faible.
	13.26,7	2	285,0	69,2	272,7	36,8	brillante, persistant environ deux secondes.
	14. 1,3	3	276,8	46,2	278,1	35,8	blanche, courte, gr. 4.
	14. 1,5	4	266.9	51,0	260,3	41,8	blanche, gr. 4.
	14.13,7	5	22,1	62,4	349,1	67,9	
10 août..	9.51,6	1	91,8	71,2	107,0	73,2	faible, courte, blanche, gr. 5.
	9.57,5	2	124,3	64,6	138,1	57,1	jaune, sans traînée persistante, gr. 3.
	10.52,6	3	35,2	67,5	28,9	71,5	faible, courte, rapide, gr. 6.
	13.30,8	4	42,4	50,4	38,6	42,4	rapide, courte, gr. 6.
	13.43,8	5	29,6	21,2	27,1	17,8	rapide, très courte, gr. 3.
	13.49,1	6	70,8	63,4	87,9	66,6	rapide.
	13.53,1	7	78,1	48,9	85,5	46,3	rapide, à traînée, gr. 3.
	14. 1,7	8	96,7	75,2	111,4	76,6	rapide, courte, gr. 4.
	14. 5,3	9	74,0	50,1	81,5	46,6	rapide, courte, gr. 4.
	14.19,3	10	358,0	28,6	356,3	24,9	rapide, gr. 4.
11 août..	10.30,3	1	262,4	81,5	241,1	72,1	gr. 3.
	10.47,2	2	359,9	85,2	266,8	81,5	brillante, rapide, gr. 3.
	10.51,5	3	60,8	66,6	69,8	69,6	courte, gr. 3.
	11. 3,7	4	145,1	70,0	154,4	64,2	faible, courte, gr. 5.
	11. 7,7	5	224,8	41,0	225,1	29,0	blanche, gr. 4.
	11.22,6	6	13,4	72,4	358,6	75,0	courte, rapide.
	11.27,3	7	202,7	55,3	204,6	48,3	bleuâtre, gr. 2.
	11.31,6	8	313,0	88,8	230,9	74,2	traînée une seconde, gr. 1.
	11.47,9	9	269,9	81,1	254,9	76,3	rapide, gr. 2.
	12. 1,5	10	346,1	30,8	339,1	26,7	traînée, gr. 3.
12 août..	10.16,6	1	24,9	68,9	19,6	70,9	courte, à traînée, gr. 4.
	10.20,3	2	15,6	55,3	12,1	54,5	
	10.25,2	3	114,4	60,6	123,3	57,1	bleue, gr. 2, explosion.
	10.41,4	4	163,3	76,9	180,5	69,9	gr. 4, blanche, à traînée.
	10.48,7	5	207,5	24,2	210,6	18,7	gr. 2, bleuâtre, brillante.
	10.56,1	6	25,9	53,2	22,1	51,3	gr. 4, courte, blanche.
	11. 2,1	7	26,1	65,3	19,4	66,2	gr. 4, blanche.
13 août..	10.19,4	1	117,3	65,1	124,8	61,4	gr. 2, explosion.
	10.22,5	2	193,1	43,5	195,1	39,3	gr. 3, rapide.
	10.50,0	3	13,3	27,9	10,5	24,3	gr. 5, courte, rapide.

ASTRONOMIE. — *Sur la pluie d'étoiles filantes des Perséides, à Lyon, et sur un bolide remarquable.* Note de M. **Ch. André**, présentée par M. Lœwy.

« La chute d'étoiles filantes du commencement d'août a été relativement faible ici cette année; le nombre horaire maximum que nous ayons observé du 9 au 12 a été de 45. Mais la soirée du 11 a été marquée par la chute d'un bolide excessivement lumineux, au point d'éteindre en son voisinage les étoiles, même les plus brillantes. Aperçu d'abord dans la constellation d'Hercule à $10^h 43^m 30^s$, il a disparu vers l'Écu de Sobieski; blanc bleuâtre au début, il a bientôt pris brusquement une teinte rouge orangé, qu'il a conservée jusqu'à sa disparition à $10^h 43^m 34^s$. Il paraissait d'ailleurs laisser derrière lui, dans son parcours, une traînée lumineuse vite éteinte.

» Environ deux minutes quarante-cinq secondes après la disparition de ce bolide, nous avons entendu au sud un roulement assez intense, que nous avons attribué à sa rupture, à 50^{km} ou 55^{km} au sud de nous. J'ai commencé à ce sujet une enquête de vérification. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur la correspondance entre les lignes droites et les sphères.* Note de M. **E.-O. Lovett**, présentée par M. Darboux.

« Les transformations de l'espace (x, y, z) en l'espace (X, Y, Z) qui sont déterminées par deux équations bilinéaires

$$(1) \qquad x\varphi_1 + y\varphi_2 + z\varphi_3 + \varphi_4 = 0, \qquad x\varphi_5 + y\varphi_6 + z\varphi_7 + \varphi_8 = 0,$$

où

$$\varphi_i \equiv a_i X + b_i Y + c_i Z + d_i,$$

changent la ligne droite

$$(2) \qquad y + kx + m = 0, \qquad z + lx + n = 0,$$

dans la surface du second degré

$$(3) \quad \left\{ \begin{aligned} &\begin{vmatrix} k & m \\ l & n \end{vmatrix} \begin{vmatrix} \varphi_2 & \varphi_3 \\ \varphi_6 & \varphi_7 \end{vmatrix} - k \begin{vmatrix} \varphi_2 & \varphi_4 \\ \varphi_6 & \varphi_8 \end{vmatrix} - l \begin{vmatrix} \varphi_3 & \varphi_4 \\ \varphi_7 & \varphi_8 \end{vmatrix} \\ &\qquad - m \begin{vmatrix} \varphi_1 & \varphi_2 \\ \varphi_5 & \varphi_6 \end{vmatrix} - n \begin{vmatrix} \varphi_1 & \varphi_3 \\ \varphi_5 & \varphi_7 \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} \varphi_1 & \varphi_4 \\ \varphi_5 & \varphi_8 \end{vmatrix} = 0 \end{aligned} \right.$$

» Cette quadrique peut se réduire à une sphère, pour toutes les valeurs de k, l, m, n, dans les deux cas suivants :

» 1° Quand tous les six déterminants de la matrice

$$(4) \qquad \left\| \begin{matrix} \psi_1 & \psi_2 & \psi_3 & \psi_4 \\ \psi_5 & \psi_6 & \psi_7 & \psi_8 \end{matrix} \right\|,$$

où

$$\psi_i \equiv a_i X + b_i Y + c_i Z,$$

se réduisent à la forme

$$(5) \qquad \text{const.}(X^2 + Y^2 + Z^2);$$

» 2° Quand un déterminant quelconque de la matrice (4) se réduit à la forme (5), et les fonctions φ_i correspondant aux fonctions ψ_i restant dans la matrice se réduisent à des constantes; par exemple, soient les fonctions $\varphi_2, \varphi_3, \varphi_6, \varphi_7$ constantes et le déterminant $\psi_1\psi_8 - \psi_4\psi_5$ de la forme (5).

» Le deuxième cas donne les transformations des droites en sphères étudiées dans une Note présentée par M. Darboux du 17 juillet 1899; mais le premier cas, bien que ses conditions soient apparemment plus nombreuses, donne une famille plus remarquable et plus étendue de transformations de contact, savoir un groupe de ∞^{15} transformations.

» En effet les équations

$$(6) \qquad \left\{ \begin{array}{l} a_i a_\sigma - a_\rho a_j = b_i b_\sigma - b_\rho b_j = c_i c_\sigma - c_\rho c_j, \\ a_i b_\sigma + b_i a_\sigma - a_\rho b_j - b_\rho a_j = 0, \\ b_i c_\sigma + c_i b_\sigma - b_\rho c_j - c_\rho b_j = 0, \\ c_i a_\sigma + a_i c_\sigma - c_\rho a_j - a_\rho c_j = 0, \end{array} \right.$$

qui sont nécessaires et suffisantes pour que le déterminant

$$(7) \qquad \psi_i \psi_\sigma - \psi_\rho \psi_j,$$

soit changé dans la forme (5), possèdent la solution symétrique

$$(8) \qquad \left\{ \begin{array}{llll} b_i = i a_i, & b_\rho = -i a_\rho, & b_j = \quad i a_j, & b_\sigma = -i a_\sigma, \\ c_i = a_\rho, & c_j = \quad a_\sigma, & c_\rho = -a_i, & c_\sigma = -a_j, \end{array} \right.$$

ainsi, on trouve que

$$(9) \qquad \left\{ \begin{array}{l} \psi_j \quad \equiv a_j X + i a_j Y + c_j Z, \\ \psi_{j+4} \equiv c_j X - i c_j Y - a_j Z, \end{array} \right. \qquad j = 1, 2, 3, 4,$$

et aussi que les deux équations bilinéaires

$$(10)\qquad x\omega_1 + y\omega_2 + z\omega_3 + \omega_4 = 0, \qquad x\omega_5 + y\omega_6 + z\omega_7 + \omega_8 = 0,$$

où

$$\omega_i = \psi_i + a_i, \qquad i = 1, 2, \ldots, 8,$$

définissent une famille de ∞^{15} transformations qui changent les lignes droites en sphères. Que ces transformations-ci sont transformations de contact et que la famille est un groupe, on le vérifie facilement de la manière suivante :

» On combine la transformation de contact de Lie, déterminée par les deux équations bilinéaires

$$(11)\qquad (X - iY)x_1 + y_1 - Z = 0, \qquad Zx_1 + z_1 + X + iY = 0,$$

avec toutes les transformations du groupe projectif général

$$(12)\qquad \begin{cases} \rho x_1 = \alpha_1 x + \beta_1 y + \gamma_1 z + \delta_1, & \rho z_1 = \alpha_3 x + \beta_3 y + \gamma_3 z + \delta_3, \\ \rho y_1 = \alpha_2 x + \beta_2 y + \gamma_2 z + \delta_2, & \rho \ = \alpha_4 x + \beta_4 y + \gamma_4 z + \delta_4; \end{cases}$$

les ∞^{15} transformations résultantes forment un groupe de droite-sphère transformations de contact déterminées par deux équations bilinéaires

$$(13)\qquad \begin{cases} (\alpha_1 X - i\alpha_1 Y - \alpha_4 Z + \alpha_2)x + (\beta_1 X - i\beta_1 Y - \beta_4 Z + \beta_2)y + \ldots = 0, \\ (\alpha_4 X + i\alpha_4 Y + \alpha_1 Z + \alpha_3)x + (\beta_4 X + i\beta_4 Y + \beta_1 Z + \beta_3)y + \ldots = 0, \end{cases}$$

de la forme (10).

» Donc, on a un groupe de quinze paramètres de transformations de contact (Σ) qui se déduisent de la transformation (11) de Lie (Λ) et des transformations (Π) du groupe projectif général, au moyen de l'équation symbolique

$$(14)\qquad \Sigma = \Pi\Lambda.$$

» On peut employer aussi le groupe Σ et les transformations de contact qui changent les lignes droites en lignes droites pour la construction des transformations entre les droites et les sphères; celles-ci ne sont pas définies par deux *équations directrices* bilinéaires; d'ailleurs, les groupes continus correspondants ont une infinité de paramètres. Je demande la permission de présenter ces résultats dans une prochaine Note. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur les terres cuites noires.* Note de M. **H. Le Chatelier.**

« On a fabriqué, en tous temps et en tous lieux, des poteries noires dont la coloration est due à une imprégnation de carbone. Cette fabrication est aujourd'hui assez développée en Allemagne pour les produits industriels et en Danemark pour la Céramique d'art. Les objets sont cuits dans des atmosphères confinées, chargées de vapeurs goudronneuses; la pâte se colore en noir, en même temps qu'il se forme à la surface une couche mince et adhérente de graphite. Cette croûte superficielle, avantageuse pour les produits industriels dont elle augmente l'imperméabilité, est au contraire très nuisible dans la fabrication des objets artistiques, son enlèvement indispensable entraînant une main-d'œuvre très coûteuse.

» Je me suis proposé d'étudier le mécanisme par lequel se fait cette imprégnation de carbone et de chercher s'il ne serait pas possible d'éviter la formation de la couche de graphite. D'après mes essais, le dépôt du carbone à l'intérieur de la pâte est intiment lié à la présence du fer; en son absence, il se produit à peine une coloration grise, presque tout le carbone reste dans la croûte extérieure. L'oxyde de fer jouit, en effet, de la propriété bien connue de faciliter la dissociation de l'oxyde de carbone et des carbures d'hydrogène, en abaissant la température à laquelle commence le dépôt du carbone ou des carbures condensés.

» Les résultats les plus satisfaisants ont été obtenus avec l'acétylène agissant sur des terres renfermant environ 2 pour 100 d'oxyde de fer, par exemple sur des terres à grès ferrugineuses, comme celles de Rambervilliers, ou sur des argiles plus pures additionnées d'une quantité convenable de colcothar et mieux encore de glauconie. L'action de l'acétylène doit être prolongée pendant un quart d'heure, à une température rigoureusement déterminée, entre 450° et 480°. Plus bas, la décomposition est trop lente; plus haut, le dépôt de charbon ne se fait plus seulement à l'intérieur des pâtes, il produit encore à l'extérieur des croûtes mamelonnées. Les objets, après cette imprégnation, sont soumis à la cuisson définitive dans des creusets remplis de poussier de charbon de bois ou de coke. Avec les terres à grès et une cuisson à 1200°, la dureté obtenue est comparable à celle de la porcelaine. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur la porcelaine égyptienne.* Note de M. **H. Le Chatelier.**

« On a souvent discuté la question de savoir si les anciens Égyptiens avaient fabriqué de véritable porcelaine, c'est-à-dire des produits à pâte compacte et translucide. Brongniart ([1]) conclut pour la négative : tous les échantillons de porcelaine trouvés en Égypte seraient de fabrication chinoise. Dans une série d'échantillons qui m'ont été remis par M. de Morgan, j'ai rencontré un fragment de statuette funéraire, provenant de Saggarah (Memphis), qui est certainement en porcelaine. Il porte des inscriptions hiéroglyphiques qui ne peuvent laisser aucun doute sur son origine égyptienne. La pâte, dure et translucide, est colorée en bleu pâle ; sa composition, absolument différente de celle de la porcelaine de Chine, est la suivante :

Soude	5,8
Oxyde de cuivre	1,7
Chaux	2,1
Alumine	1,4
Oxyde de fer	0,4
Silice (diss.)	88,6
	100,0

» C'est, par sa composition, une véritable porcelaine tendre, colorée en bleu par un peu de cuivre. On peut reproduire une matière toute semblable en composant une pâte avec

Verre bleu	40
Sable broyé	55
Argile blanche	5

le verre bleu de cette composition étant préparé de façon à répondre à la formule

$$3,3\,SiO^2,\ 0,23\,CaO,\ 0,13\,CuO,\ 0,64\,Na^2O.$$

» La cuisson à 1050° donne une masse bleu pâle, qui tourne au vert quand la température de cuisson est élevée jusque vers 1200°. En raison de la faible teneur en argile, la pâte humide est peu plastique et ne peut

([1]) *Traité de Céramique,* t. I, p. 505.

convenir que pour le moulage d'objets de forme très ramassée, comme l'étaient les statuettes égyptiennes. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action du sodammonium et du potassammonium sur le tellure et le soufre* [1]. Note de M. C. **Hugot**, présentée par M. A. Ditte.

« Dans une récente Communication j'ai communiqué à l'Académie les résultats de l'action du sélénium sur les ammoniums alcalins. J'ai complété cette étude en remplaçant le sélénium par le tellure et le soufre.

» Le tellure était préparé en purifiant le tellure du commerce. Ce dernier était attaqué par l'acide nitrique pur, et le résidu de cette liqueur évaporée plusieurs fois à sec était dissous dans l'acide chlorhydrique étendu. Le tellure, précipité de cette solution par un courant de gaz sulfureux, était, après plusieurs lavages, dissous dans de l'acide sulfurique chaud additionné d'acide azotique. On transformait ainsi le tellure en sulfate de tellure $2TeO^2, SO^3$ [2], duquel il était précipité de nouveau, puis distillé dans un tube traversé par un courant d'hydrogène.

» On s'est également procuré du tellure cristallisé par la décomposition de l'hydrogène telluré [3]. Cette méthode donne du tellure très pur; elle a été employée dans quelques cas seulement.

» Le soufre dont on s'est servi a été pris parmi les cristaux obtenus en évaporant lentement une solution de ce dernier corps dans du sulfure de carbone pur.

» I. Tellure. — 1° *Excès de métal alcalin.* — En suivant le mode opératoire que j'ai indiqué à propos du sélénium, j'ai obtenu les deux tellurures amorphes Na^2Te et K^2Te, blancs, insolubles dans le gaz ammoniac liquide. Cette dernière propriété permet de les séparer facilement de l'excès de l'ammonium alcalin. Ils sont solubles dans l'eau. L'analyse a été faite, en les attaquant par l'eau de brome et le brome. Le tellure est dosé à l'état de $2TeO^2, SO^3$ [4]; le métal alcalin à l'état de sulfate.

---

(1) Travail fait au laboratoire de Chimie industrielle de la Faculté des Sciences de Bordeaux.

(2) Metzner, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 7e série, t. XV, p. 265.

(3) Ditte, *Ann. de l'École Normale supérieure*, 2e série, t. I, p. 293.

(4) M. Metzner, *loc. cit.*

» 2° *Excès de tellure.* — On fait agir par petites portions l'ammonium alcalin sur le tellure, de façon à être toujours en présence d'un excès du métalloïde. Il se forme d'abord du monotellurure blanc en suspension dans la liqueur mordorée, puis il disparaît ensuite, tandis que la liqueur reprend sa limpidité et devient violette. Lorsque tout l'ammonium alcalin est entré en combinaison, on sépare le liquide du tellure non attaqué; on le lave au gaz ammoniac liquide, dans lequel ce métalloïde est insoluble (¹), puis on laisse dégager le gaz ammoniac en maintenant l'appareil à une température voisine de — 25°. Le liquide, d'abord violet, devient brun et épais. Soumis à l'agitation, il se prend en masse à cette température, et il reste solide jusque vers — 15°; puis, à ce moment, il redevient liquide et présente une tension bien supérieure à la pression atmosphérique; cette tension diminue lentement au fur et à mesure qu'on enlève du gaz ammoniac. Si l'évaporation a été lente, il reste un corps cristallisé, brun foncé, exempt de gaz ammoniac.

» Les deux tellurures alcalins présentent le même aspect. Placés dans une atmosphère de gaz ammoniac sous pression, ils absorbent ce gaz en se liquéfiant.

» La méthode d'analyse donnée plus haut conduit aux formules : Na^2Te^3 et K^2Te^3.

» II. Soufre : 1° *Excès de métal alcalin.* — En opérant de la même manière, on obtient les deux monosulfures Na^2S et K^2S, blancs, amorphes, insolubles dans le gaz ammoniac liquide. Ces corps n'absorbent pas le gaz ammoniac, comme Weyl l'indique à tort (²); j'ai déjà eu l'occasion de signaler cette erreur (³).

» Après avoir traité les solutions de ces corps par un oxydant, on a pu doser les éléments par les méthodes ordinaires.

» 2° *Excès de soufre.* — On fait agir par petites portions la solution mordorée de l'ammonium alcalin sur la solution rouge violet de soufre. On se place dans des conditions telles que le soufre soit en grand excès; la réaction est terminée quand la liqueur est devenue rouge.

» Ici se présente une difficulté que l'on n'avait pas rencontrée dans les cas précédents.

» Le soufre est aussi soluble que le sulfure formé dans le gaz ammoniac

---

(¹) *Soc. des Sc. phys. et nat. de Bordeaux,* séance du 25 novembre 1898.
(²) Weyl, *Pogg. Ann.*, t. CXXIII, p. 363.
(³) *Soc. des Sc. phys. et nat. de Bordeaux,* séance du 12 janvier 1899.

liquide; on ne peut donc séparer les deux corps par filtration et lavages, comme on l'a fait dans le cas des séléniures et des tellurures. Pour y arriver, on maintient l'appareil à une température voisine de — 25°, tout en permettant au gaz ammoniac de se dégager lentement; la liqueur reste rouge. On laisse alors la température remonter jusqu'à + 3°; à ce moment, le liquide est encore rouge et stable sous la pression atmosphérique, et il ne se prend pas en masse, même quand on abaisse la température à — 79°. L'évaporation lente de ce liquide laisse déposer un sulfure jaune, qui paraît cristallisé, et dont les cristaux peuvent se distinguer de ceux du soufre qui sont d'un jaune plus clair.

» Pour séparer le soufre du sulfure, on a eu recours au moyen suivant : Dans le tube à robinet qui termine la branche renfermant le mélange des deux corps, on introduit un tampon de coton de verre, puis on soude un réservoir en verre muni d'un robinet; dans l'appareil ainsi constitué, on fait complètement le vide, enfin on y laisse pénétrer une petite quantité d'eau privée d'air.

» En inclinant l'appareil de telle façon que le sulfure soit à la partie supérieure et plongeant le réservoir dans un bain-marie, on provoque l'ébullition de l'eau. Celle-ci se condense dans la branche où se trouve le sulfure, l'entraîne en retombant et abandonne les cristaux de soufre en excès retenus par le tampon de coton.

» L'analyse de ces sulfures a indiqué pour formules Na^2S^5 et K^2S^5.

» *En résumé,* les résultats de l'étude de l'action des ammoniums alcalins sur le soufre, le sélénium et le tellure peuvent être réunis dans le Tableau suivant :

» Excès de métal alcalin :

Na^2S	K^2S	Amorphes, blancs, solubles dans l'eau, insolubles dans le gaz ammoniac liquide, n'absorbant pas le gaz ammoniac.
Na^2Se	K^2Se	
Na^2Te	K^2Te	

» Excès du métalloïde :

Na^2S^5	K^2S^5	Cristallisés, solubles dans l'eau, solubles dans le gaz ammoniac liquide, absorbant le gaz ammoniac.
Na^2Se^4	K^2Se^4	
Na^2Te^3	K^2Te^3	

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la composition de l'albumen de la graine de Caroubier.* Note de MM. **Em. Bourquelot** et **H. Hérissey**.

« Dans une première Note ([1]) nous avons montré que l'on peut facilement, des produits d'hydrolyse ménagée de l'albumen de la graine de Caroubier, isoler du galactose et du mannose à l'état pur et cristallisé. Nous entendons par *hydrolyse ménagée* le traitement, à 110°, de l'albumen par de l'acide sulfurique étendu à 3 ou 4 pour 100. Dans ce traitement, il y a un résidu non attaqué qui atteint, comme nous l'avons dit, $\frac{1}{8}$ à $\frac{1}{7}$ de l'albumen sec.

» On voit ainsi qu'à nos recherches se rattachent encore les questions suivantes :

» 1° Le produit sucré obtenu est-il composé uniquement de galactose et de mannose, et dans quelles proportions se trouvent respectivement ces deux sucres?

» 2° Quelle est la nature du résidu non attaqué par l'acide sulfurique étendu, dans les conditions indiquées ci-dessus?

» Ces questions ont été étudiées dans de nouvelles recherches que nous résumons ci-après ([2]).

» I. L'albumen provenant de 250gr de graines est traité par 1000cc d'acide sulfurique à 3 pour 100, à 110°, pendant une heure et demie. Après refroidissement, on recueille par filtration 1030cc de liquide dans lequel la liqueur de Fehling accuse la présence de 62gr,6 de sucre réducteur (calculé en dextrose). Après neutralisation par le carbonate de chaux, on filtre et, du liquide filtré, on prélève deux portions de 250cc renfermant, par conséquent, chacune environ 15gr,2 de sucre réducteur.

» Dans l'une on ajoute, pour y doser le mannose ([3]), un mélange de :

Phénylhydrazine	18cc
Acide acétique cristallisable	18
Eau, 9,5 pour	90

On laisse l'hydrazone se déposer et on l'essore à la trompe. On la lave successive-

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXIX, p. 228; 1899.

([2]) Ces recherches seront exposées avec plus de détails dans le *Journal de Pharmacie et de Chimie*.

([3]) *Sur le dosage du mannose mélangé à d'autres sucres* (*Comptes rendus*, séance du 7 août 1899).

ment par 75^{cc} d'eau glacée, 50^{cc} d'alcool à 95° et 50^{cc} d'éther. Après dessiccation complète dans le vide sulfurique, on pèse. On a trouvé 16^{gr},20 d'hydrazone, poids qui doit être porté à 16^{gr},40 en raison de la solubilité de ce composé dans l'eau. Ce poids correspond à 10^{gr},90 de mannose.

» La seconde portion est d'abord évaporée à 100^{cc}, puis additionnée de 100^{cc} d'alcool à 95° de façon à éliminer le sulfate de chaux resté en solution. Après filtration, on évapore en consistance d'extrait et l'on traite par l'acide nitrique ($d = 1,15$) conformément aux indications de Kent et Tollens, pour l'obtention d'acide mucique. Le poids de celui-ci a été trouvé égal à 2^{gr},30; il correspond, dans les conditions de l'opération, à 3^{gr},06 de galactose.

» Le poids total du mannose et du galactose contenus dans l'essai était donc de 13^{gr},96. On a vu plus haut que la liqueur de Fehling avait accusé un chiffre plus fort (15^{gr},2); mais il s'agissait du sucre exprimé en dextrose. Or, nous savons que, si le galactose possède un pouvoir réducteur un peu moindre que celui du dextrose, le mannose, par contre, possède un pouvoir réducteur notablement plus élevé (4^{mg},307 de mannose équivalant, à cet égard, à 4^{mg},753 de dextrose); et l'on peut s'assurer, par le calcul, que le poids de dextrose dont la puissance réductrice équivaudrait à celle des deux sucres trouvés se confond presque avec 15^{gr},2. On doit donc conclure de là que le liquide d'hydrolyse ne renferme que deux sucres : mannose et galactose. Cette conclusion ressort encore de l'essai suivant :

» 2. L'albumen provenant de 250^{gr} de graines est traité pendant une heure, à 110°, par 1000^{cc} d'acide sulfurique à 4 pour 100. On jette sur un filtre; on recueille 990^{cc} de liquide que l'on reporte à l'autoclave pendant une demi-heure. Le liquide filtré est évaporé à 200^{cc}. On l'additionne de 600^{cc} d'alcool à 95°; on filtre, on évapore à 100^{gr} et l'on traite à l'ébullition par 400^{cc} d'alcool absolu. Après douze heures, on décante le liquide alcoolique, on l'additionne de $\frac{2}{3}$ de son volume d'éther et on laisse reposer. Le liquide éthéro-alcoolique est évaporé jusqu'à consistance sirupeuse; on amorce le sirop refroidi avec un peu de mannose cristallisé et on le place dans la cloche sulfurique. En trois ou quatre jours, le sirop se prend en masse. On délaie les cristaux formés dans un peu d'alcool méthylique et l'on essore rapidement. On purifie par cristallisation dans l'alcool à 92°. Voici les propriétés et la composition du produit obtenu :

» Il est dextrogyre; la déviation augmente d'abord rapidement, atteint un maximum, puis diminue jusqu'à être constante, le pouvoir rotatoire étant alors de +24°,4. Ce produit renferme du mannose et du galactose, car il donne de l'hydrazone avec la phénylhydrazine et de l'acide mucique avec l'acide nitrique. La proportion de mannose déterminée par le procédé à la phénylhydrazine est de 83,5 pour 100; reste donc 16,5 pour 100 pour le galactose et autres sucres, s'il y en a. Mais il est facile de voir, par un calcul très simple, qu'un mélange de mannose et de galactose qui renfermerait

83,5 pour 100 du premier et 16,5 pour 100 du second aurait précisément le pouvoir rotatoire trouvé (en réalité $+24°,8$).

» Donc ce produit ne peut être composé que de mannose et de galactose. Les variations observées dans la rotation de la solution s'expliquent d'ailleurs par ce fait que les deux sucres sont à multirotation inverse : le galactose, dont le pouvoir rotatoire est plus élevé d'abord, mettant un temps très long à atteindre sa valeur minimum.

» II. On a rassemblé les résidus provenant de plusieurs hydrolyses par l'acide sulfurique à 4 pour 100. Ces résidus, après un nouveau traitement par ce même acide, traitement qui n'a donné que fort peu de sucre réducteur, ont été lavés et séchés. 25^{gr} du produit sec ont été hydrolysés par le procédé Braconnot-Flechsig (traitement à froid par un mélange de 125^{gr} d'acide sulfurique concentré et de 42^{gr} d'eau, dilution dans 5^{lit} d'eau, filtration et ébullition de deux heures). On a obtenu ainsi un liquide renfermant $17^{gr},85$ de sucre réducteur dont $14^{gr},85$ de mannose (dosé à l'état d'hydrazone).

» Il suit de là que la presque totalité du sucre formé est du mannose. Au surplus, un essai à l'acide nitrique a été effectué sur le liquide d'hydrolyse convenablement concentré, dans le but de rechercher le galactose; il a abouti à un résultat négatif.

» *Conclusions.* — En résumé, les hydrates de carbone de l'albumen de la graine de Caroubier, qui représentent, d'après M. Effront, les $\frac{4}{5}$ de cet albumen, sont constitués par un mélange d'anhydrides du mannose (mannanes) et d'anhydrides du galactose (galactanes), à des états moléculaires plus ou moins condensés. Une grande partie des premiers et la totalité des seconds sont à l'état d'hémicellulose (partie hydrolysable par l'acide sulfurique étendu); le reste des premiers étant à l'état de mannocellulose. Peut-être y a-t-il, en outre, une très faible proportion de dextrocellulose, constituant, par exemple, la trame cellulaire, ce qui expliquerait, dans la dernière opération (traitement Braconnot-Flechsig), le petit excès de sucre réducteur par rapport à la quantité de mannose révélée par l'analyse; mais cela, nous ne pouvons l'affirmer, n'ayant pu déceler la présence de dextrose dans les produits d'hydrolyse.

» Quoi qu'il en soit, l'albumen de la graine de Caroubier pourrait être utilisée avec avantage pour la préparation du mannose cristallisé, puisque la partie facilement hydrolysable de cet albumen en donne de 40 à 50 pour 100. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Recherche et dosage du phosphore libre, dans les huiles et les corps gras.* Note de M. E. Louïse, présentée par M. Duclaux.

« Les méthodes employées en Toxicologie pour déceler et doser le phosphore, dans lesquelles on commence par l'entraîner au moyen d'un courant de gaz inerte, ne peuvent convenir lorsque ce corps se trouve en très petite quantité, réparti dans une masse d'huile considérable. Le courant gazeux, en effet, devant être prolongé pendant fort longtemps, le phosphore se trouve alors exposé plus ou moins à l'oxydation, et une partie reste dans la liqueur sans pouvoir être entraînée, en sorte que les dosages effectués sur le phosphore isolé de cette façon conduisent nécessairement à des résultats erronés.

» Quant aux méthodes de dosage pratiquées en Chimie organique, méthodes dont le principe consisterait à oxyder le phosphore et la masse d'huile dans laquelle il est disséminé, leur application est presque impossible. D'autre part, elles ne feraient pas connaître la dose de phosphore libre : or, c'est précisément cette dernière qui présente tout l'intérêt au point de vue toxicologique.

» La méthode que nous proposons pour doser le phosphore, même sous forme de traces, dans l'huile, huile d'amandes douces ou huile de foie de morue, ne suppose aucune manipulation exposant le phosphore à l'oxydation; elle permet d'aller le doser très exactement dans le milieu même où il est dissous. En voici l'exposé sommaire :

» Si l'on ajoute de l'azotate d'argent en solution concentrée à de l'huile phosphorée étendue d'environ vingt fois son volume d'acétone ordinaire, on obtient un précipité noir très ténu, qui se répand dans toute la liqueur en lui communiquant la couleur noire. La quantité de précipité obtenue est, toutes choses égales d'ailleurs, proportionnelle au poids de phosphore en dissolution dans la liqueur. L'acétone possédant la propriété de dissoudre à la fois l'huile et l'eau, les quelques gouttes de solution aqueuse nécessaires pour précipiter le phosphore ne se séparent pas. Le mélange des trois produits, huile, acétone, eau, reste donc parfaitement homogène. Dans de pareilles conditions, on sépare très aisément par filtration le précipité noir formé. La liqueur limpide qui est recueillie ne noircira plus par l'addition d'une nouvelle goutte d'azotate d'argent, si elle ne renferme plus de phosphore libre. Dans le cas contraire, elle donnera de nouveau une coloration brune.

» La réaction, dans les conditions que j'indique, est extrêmement sensible et permet de déceler les plus petites traces de phosphore en dissolution dans l'huile.

» Pour effectuer le dosage du phosphore, nous faisons deux liqueurs d'azotate d'ar-

gent, l'une à 10 pour 100, l'autre à 1 pour 100, et nous cherchons expérimentalement le poids de phosphore en dissolution dans une huile type, réduisant l'azotate d'argent contenu dans une goutte de chacune de ces liqueurs. Pour obtenir des gouttes de grosseur identique, nous nous servons du compte-gouttes de Duclaux, donnant exactement à 15° 100 gouttes d'eau distillée pour 5cc.

» Le titrage de ces gouttes a été obtenu, comme nous allons l'exposer, avec divers échantillons d'huile d'amandes douces ou d'huile de foie de morue, cette dernière étant sans effet sur l'azotate d'argent. Dans chacun de ces échantillons, nous avions dissous respectivement des poids de phosphore connus.

» En prenant un poids d'huile exactement pesé, 5gr par exemple, dans une fiole graduée de 100cc et complétant à 100 avec de l'acétone, nous avons, sous un volume connu, un poids connu de phosphore.

» Ce liquide étant réparti dans dix tubes à essai, soit 10cc par tube, nous ajoutons dans le premier 1 goutte de solution d'azotate d'argent à 10 pour 100, et nous filtrons. Si la liqueur filtrée, additionnée d'une nouvelle goutte d'azotate d'argent, donne encore une coloration brune ou noire, c'est qu'une goutte d'azotate d'argent est insuffisante pour la quantité de phosphore contenue dans un tube à essai; ajoutons alors 2 gouttes au deuxième tube à essai, filtrons, etc., on arrivera à savoir que 2 gouttes, par exemple, de la solution à 10 pour 100 sont insuffisantes, mais que 3 gouttes représentent un excès.

» D'après cela, on ajoutera à l'un des tubes à essai 2 gouttes de la solution à 10 pour 100, puis on cherchera, au moyen de la solution à 1 pour 100, le nombre de gouttes nécessaires pour effectuer la transformation complète du phosphore. On aura ainsi titré les solutions d'azotate d'argent en phosphore.

» En opérant exactement de la même façon avec une solution de phosphore dans l'huile ayant un titre inconnu, on arrivera à fixer aisément et très rapidement ce titre. Il suffira de chercher le nombre de gouttes de solutions titrées d'azotate d'argent qui sera nécessaire pour ne plus obtenir de coloration brune. »

ZOOLOGIE. — *Sur la coloration des Tuniciers et la mobilité de leurs granules pigmentaires.* Note de M. **Antoine Pizon**, présentée par M. Edmond Perrier.

« On sait qu'un grand nombre de Tuniciers, en particulier certaines Ascidies composées, présentent des colorations très vives qui ont été utilisées quelquefois pour la spécification (*Botrylles, Clavelines*, etc.). Certaines espèces possèdent en outre, autour des oscules, des taches pigmentaires (*Morchellium argus, Parascidium, Circinalium*, etc.); d'autres présentent des lignes laiteuses, jaunâtres ou verdâtres, dans certaines régions du corps, principalement le long du sillon péricoronal et de l'endostyle (*Clavelines*, etc.); enfin, dans la cavité péribranchiale des *Cyn-*

thiadées, il proémine de petites vésicules laiteuses qui tranchent fortement sur le fond rose de la branchie et des organes génitaux qu'elles avoisinent (*vésicules dermiques* de Roule).

» J'ai trouvé que la plupart de ces taches ou de ces lignes colorées sont dues à des granulations pigmentaires, généralement de très faible taille (1μ environ), et que ces granulations sont animées, sur le vivant, de mouvements très rapides dans l'intérieur des globules qui les renferment.

» Considérons comme exemple les *Botryllus smaragdus,* dont le corps est généralement d'un vert bleuâtre, avec des lignes radiales jaunes qui s'étendent, avec une largeur et des nuances très variables, sur la face supérieure de la branchie; ces variations ont permis à Giard d'établir cinq variétés de cette espèce. Le liquide sanguin de la variété α de cet auteur renferme, outre ses globules propres, à peu près incolores, trois sortes principales de globules colorés ou *chromocytes :*

» 1° Des chromocytes simples ou associés en morula, remplis de granulations qui n'ont pas plus de 1μ environ et dont la couleur varie du *gris blanc* au *bleu ardoisé;* ces granulations se suivent avec une extrême rapidité dans l'intérieur de leurs globules qui, de leur côté, se déforment et s'étirent avec la plus grande facilité, surtout quand ils franchissent les espaces interstigmatiques de la branchie.

» 2° D'autres chromocytes sont bourrés de granules *jaune paille,* qui sont également doués d'une très grande mobilité; en se mélangeant avec ceux de la catégorie précédente, ils donnent aux individus de *B. smaragdus* leur coloration générale verte.

» 3° Enfin, d'autres chromocytes sont d'une belle couleur jaune soufre ou jaune orangé; les uns sont uniformément teintés et dépourvus de granulations; les autres renferment un petit nombre de sphérules mobiles d'un jaune plus foncé et ayant tout à fait l'aspect de microcoques; leur taille variable atteint jusqu'à 3μ; mélangés avec les chromocytes jaune paille de la catégorie précédente, ils produisent les bandes jaunes de la face dorsale du corps.

» Quant au point rouge ou rouge orangé qui existe au niveau du ganglion nerveux, il est également dû à une accumulation de globules de cette couleur, les uns uniformément teintés, les autres renfermant des granules pigmentaires mobiles. Parfois le nombre de ces chromocytes augmente dans cette région et ils déterminent alors, non plus un point, mais une tache plus ou moins allongée sur la ligne médiane du corps.

» Ajoutons enfin que beaucoup de granules pigmentaires ne sont pas inclus dans des globules et se trouvent absolument libres au sein du liquide sanguin, dans lequel ils se meuvent très rapidement et où ils forment quelquefois de longues traînées.

» Les différents chromocystes que je viens d'énumérer étant entraînés par le sang dans les différentes lacunes, les vaisseaux coloniaux et leurs ampoules terminales se mélangent, dans chaque région du corps, en proportions à chaque instant fort variables, et l'ascidiozoïde change, par suite, très fréquemment de nuance dans le cours de son évolution. C'est ainsi que les bandes radiales jaunes peuvent être plus ou moins vives, plus ou moins larges et qu'elles deviennent quelquefois presque nulles lorsque les chromocytes gris ou bleus deviennent plus nombreux, etc. Il est facile de constater ces variations en conservant des Cormus en aquarium pendant quelques semaines.

Certains facteurs, en particulier l'obscurité et les régressions, font d'autre part varier la quantité des différentes sortes de granules pigmentaires.

» Les considérations qui précèdent s'appliquent à toutes les autres espèces de *Botrylles* et de *Botrylloïdes*, dans le détail desquelles je me dispenserai d'entrer ici. Je signalerai seulement cette particularité intéressante, que certains *Botryllidés* que l'on regarde comme très distincts spécifiquement renferment cependant des chromocytes identiques. C'est ainsi que chez les *B. violaceus* on trouve les trois mêmes espèces de chromocytes que chez les *B. smaragdus*, des gris, des bleus ardoisés et des jaunes, mais leurs proportions sont différentes : chez les *B. violaceus*, ce sont les bleus ardoisés qui l'emportent de beaucoup et qui donnent aux ascidiozoïdes leur coloration générale. Toutefois dans certaines circonstances, par exemple à une faible lumière, lorsque les Cormus sont situés à la face inférieure des rochers, les granules gris et les jaunes augmentent considérablement et donnent aux ascidiozoïdes une couleur fauve, très différente de la couleur bleuâtre ordinaire des *B. violaceus*.

» Le mécanisme de la pigmentation, chez les *Botryllidés*, explique donc les nombreuses variations que les ascidiozoïdes présentent dans leur coloration et il enlève toute valeur à de nombreuses variétés que des ascidiologues ont cru devoir établir en se basant sur ces variations, qui se trouvent être essentiellement fugaces. Il y aurait lieu de reviser spécifiquement ce groupe, en tenant compte des nouvelles données que je viens d'exposer sommairement.

» Beaucoup d'autres familles de Tuniciers possèdent des granules pigmentaires mobiles.

» La coloration des *Distaplia rosea* est due à des globules laiteux, roses ou rouge vineux, qui circulent dans les cavités sanguines ou sont englobés dans la tunique; ils sont remplis de granulations de 1μ environ, qui sont douées d'une extrême mobilité.

» Les bandes et les taches laiteuses ou jaunâtres des *Clavelines* et des différentes Ascidies composées, les vésicules dermiques des *Cynthiadées*, les traînées laiteuses qui longent l'endostyle des *Ascidia* et des *Ascidiella*, la vésicule oculaire des larves de *Distaplia* et de *Diplosoma* renferment de même des granules pigmentaires animés, sur le vivant, de mouvements très rapides. Par contre, les taches rouges ou orangées qui existent sur les oscules des *Morchellium argus*, des *Ciona* et des *Parascidium* ne sont pas constituées sur le vivant par des granules mobiles; ce sont de petites masses uniformément colorées que, par une forte compression sur le couvre-objet, on arrive à faire résoudre en sphérules de dimensions variables, et dont quelques-unes se montrent alors animées de mouvements browniens.

» La motilité des granules pigmentaires paraît être un fait général dans

la série animale. P. Carnot l'a récemment observé chez les pigments mélaniques de plusieurs espèces de Vertébrés; avant lui, Girod avait signalé les mouvements browniens des granules en suspension dans le liquide de la poche du noir de la Seiche. J'ai pu constater, de mon côté, que cette motilité appartient non seulement au pigment visuel des Vertébrés, mais aussi à celui des Invertébrés, quel que soit le degré de complication anatomique de l'organe visuel : Insectes (*Hydrophile, Mouche, Chenilles diverses*), Mollusques (*Pecten, Escargot*), Écrevisse, diverses Annélides, pigment des chromoblastes des Sépioles.

» Il est manifeste, d'autre part, qu'il y a des rapports étroits entre le pigment rétinien et le pigment mélanique des autres parties du corps, quand il existe. Un exemple intéressant en est fourni par certains Poissons : les bandes argentées du corps du Maquereau, par exemple, sont dues à de petits bâtonnets brillants (considérés comme des cristaux de guanine associés à du calcaire), de 10^{μ} à 20^{μ} de longueur, formant un feutrage serré, et animés de mouvements oscillatoires permanents; or ces mêmes éléments, animés des mêmes mouvements, se retrouvent dans la membrane argentine de l'œil, qui en est tout entière constituée.

» Enfin j'ai également observé, sur des fragments de peau de nègre fraîchement détachés, que les granulations pigmentaires de la couche muqueuse se déplacent régulièrement, et c'est là, sans doute, l'explication de la réussite des greffes noires sur peau blanche, que P. Carnot a pratiquées avec succès.

» Quant à la nature des mouvements des granules pigmentaires, ce dernier auteur a conclu qu'il ne s'agit jamais que de mouvements browniens; les recherches auxquelles je me suis déjà livré dans cet ordre d'idées, sur les chromocytes des Tuniciers, me font penser que cette conclusion est peut-être trop absolue, et qu'elle ne s'applique peut-être pas à tous les pigments. Je continue mes recherches sur la question. »

PHYSIQUE. — *Action des diverses radiations lumineuses sur les êtres vivants.* Note de M. C. Flammarion, présentée par M. Bouquet de la Grye.

« Il y a quelques années, nous avons eu l'honneur de faire connaître à l'Académie les résultats obtenus à Juvisy sur des plantes soumises à l'action des diverses radiations du spectre solaire. En choisissant certains rayons, en éliminant certains autres, nous transformons les dimensions,

la forme et la couleur des végétaux. Nous avons essayé la même application sur le règne animal, et nous avons obtenu d'assez curieux résultats.

» Un premier essai, fait en 1898, dans le but d'étudier l'action des diverses radiations lumineuses sur le développement du ver à soie (*Bombyx mori*), a fourni de nombreux œufs qui ont donné de jeunes chenilles du 20 au 23 mai 1899.

» Du 26 au 29 mai, 720 vers, âgés de six jours, ont été placés dans douze casiers recouverts d'un verre de couleur spécial et différent. Un examen soigneux des verres de couleur au spectroscope a permis d'établir pour chacun d'eux leur spectre d'absorption :

Couleur des verres.	Partie du spectre visible au spectroscope.
Incolore	le spectre entier.
Rouge foncé	de l'extrémité rouge jusqu'à la raie D.
Rouge clair	rouge et un peu d'orangé au delà de D.
Orangé	rouge, orangé, jaune, et vert jusqu'à la raie *b*.
Vert clair	une partie du rouge, orangé, jaune, vert, bleu, très peu de violet.
Vert foncé	très peu d'orangé, jaune atténué, vert.
Bleu clair	peu de rouge, très peu de jaune et vert, tout le bleu et le violet.
Bleu foncé	quelques traces de jaune et de vert, tout le bleu et le violet.
Violet pourpre clair	le spectre entier, sauf une bande d'absorption voisine de F.
Feuille d'étain à $0^{mm},1$	infra-rouge.
Air libre (sans verre)	le spectre entier.

» L'obscurité a été obtenue avec un couvercle de carton de $1^{mm},5$ d'épaisseur.

» Sous chaque verre on a placé soixante larves de Bombyx, qui ont été nourries abondamment avec des feuilles de mûrier.

» La série des douze casiers a été placée pendant toute la durée de l'expérience à la lumière diffuse, dans une salle vitrée, très éclairée. Nous avons éliminé avec soin l'action de la température, dont les variations modifient notablement le développement du ver à soie.

» Tous les vers étaient exposés à la même température, qui a varié de 18° à 22° dans le cours de l'expérience. La montée des vers a commencé le 29 juin dans tous les casiers recouverts de verres de couleur, c'est-à-dire quarante jours après l'éclosion. Nous avons observé un retard de cinq jours pour les vers élevés à l'obscurité et de sept jours pour ceux placés en plein air.

» Au moment de la montée, les soixante vers de chaque casier ont été pesés simultanément et placés dans de grands casiers également recouverts des mêmes verres de couleur et remplis de brindilles. Huit jours après l'achèvement des cocons, nous les avons pesés pour chaque couleur.

» Les papillons sortis, les cocons ont été ouverts et desséchés et la soie pesée. Enfin, nous avons compté pour chaque casier le nombre des papillons mâles et femelles, et comme la production de la graine intéresse au plus haut point la sériciculture, nous

les avons placés pour l'accouplement dans des casiers vitrés correspondant aux couleurs de leur berceau.

» Après la ponte, les œufs ont été pesés pour chaque casier, et d'après le nombre des femelles, nous en avons déduit le poids moyen des œufs pondus par chaque femelle.

» Tous les résultats des pesées sont consignés dans le Tableau ci-joint :

	Vers à la montée. — Poids de chaque ver		*Cocons.* — Poids de chaque cocon		*Soie brute.* — Poids de la soie de chaque cocon	
Coloration des verres.	moyen.	relatif [1].	moyen.	relatif.	moyen.	relatif.
Incolore	gr 3,052	1	gr 1,695	1	gr 0,227	1
Violet pourpre clair	2,900	0,95	1,657	0,97	0,209	0,92
Orangé	3,020	0,99	1,561	0,92	0,207	0,91
Rouge foncé	2,990	0,97	1,560	0,92	0,200	0,88
Obscurité	2,890	0,94	1,640	0,96	0,207	0,91
Vert clair	2,763	0,91	1,574	0,93	0,205	0,90
Vert foncé	2,755	0,90	1,493	0,88	0,199	0,87
Rouge clair	2,755	0,90	1,559	0,92	0,201	0,88
Air libre	2,683	0,88	1,547	0,91	0,201	0,88
Feuille d'étain	2,650	0,86	1,542	0,90	0,193	0,85
Bleu clair	2,534	0,83	1,422	0,84	0,190	0,83
Bleu foncé	2,510	0,82	1,373	0,81	0,172	0,75

	Distribution des sexes.	Production des œufs (55 vers).			
	Nombre des femelles sur 100 individus.	Poids		Poids pour chaque femelle	
Coloration des verres.		total.	relatif.	moyen.	relatif.
Incolore	56	gr 10,323	1	gr 0,333	1
Violet pourpre clair	54	10,560	1,02	0,352	1,05
Obscurité	54	10,500	1,01	0,350	1,05
Vert clair	53	9,156	0,88	0,327	0,98
Air libre	50	7,290	0,71	0,270	0,81
Rouge clair	50	8,586	0,83	0,318	0,95
Orangé	47	8,450	0,82	0,325	0,97
Rouge foncé	44	7,450	0,72	0,310	0,93
Feuille d'étain	42	6,463	0,62	0,281	0,84
Vert foncé	40	6,336	0,61	0,288	0,86
Bleu clair	37	5,820	0,56	0,291	0,87
Bleu foncé	39	5,850	0,57	0,274	0,82

(1) Les résultats obtenus avec le verre incolore ont été pris pour unité.

» L'observation comparative des résultats et des spectres d'absorption des verres de couleur montre que la production maximum de la soie a lieu sous le verre incolore, puis sous le verre violet pourpre clair, et le minimum sous le bleu foncé où elle est les 0,75 de celle du verre incolore.

» La production est maximum sous le verre incolore traversé par le spectre solaire tout entier et sous le violet pourpre clair où il y a seulement une bande d'absorption dans le bleu.

» Les verres coloriés les plus favorables au développement du ver à soie sont donc ceux qui laissent passer la région voisine de la raie D, et qui éteignent la partie la plus réfrangible du spectre.

» Au contraire, les verres de production minimum sont ceux qui absorbent la région du spectre comprise entre A et E.

» On voit également que les diverses radiations paraissent influencer la distribution des sexes et que cette variation est à peu près dans le même sens que celle de la quantité de soie produite; le nombre des femelles est de 56 pour 100 sous le verre incolore et de 37 pour 100 seulement sous le verre bleu foncé.

» Enfin, les résultats indiquent que les femelles des verres violet pourpre, orangé et incolore sont plus fécondes que celles du bleu.

» La distribution des sexes est particulièrement intéressante à constater. Elle peut être due à l'influence des radiations sur la quantité d'alimentation, les plus gros cocons donnant de préférence des femelles. A l'air libre et dans le rouge clair, la proportion est de 50 pour 100. Sous le verre incolore et le violet pourpre, elle s'élève à 54 et 56 pour le nombre des femelles, lequel descend jusqu'à 39 et 37 dans le bleu; le bleu donne beaucoup plus de mâles : 63 pour 100.

» La différence est bien plus considérable encore si l'on examine le nombre des œufs, qui varie presque du simple au double, du bleu au pourpre (¹). »

M. J.-L. Lefort adresse diverses Communications relatives à la Physique, à la Physiologie et à l'Anthropologie.

(¹) Ces expériences ont été faites avec le concours de M. Georges Mathieu, ingénieur-agronome, préparateur à la station climatologique annexée à l'observatoire de Juvisy.

A 3 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 3 heures trois quarts.

J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 14 AOUT 1899.

La réforme scientifique définitive du Calendrier grégorien, par L. LIEBICH. Alger, impr. administrative Gojosso, 1899; 1 fasc. in-12.

Les mystères de la sorcellerie, de FRANÇOIS DULOM. Agen, impr. moderne, 1899; 1 fasc. in-8°.

Die Entwicklung der Wahrscheinlichkeitstheorie und ihrer Anwendungen. Bericht, erstattet der deutschen Mathematiker-Vereinigung, von EMANUEL CZUBER. Leipzig, B.-G. Teubner, 1899; 1 vol. in-8°.

Del analisis de la orina en la clinica, por D. ALEJANDRO FORTUNY DURAN. Prologo del Dr D.-S. RAMON Y CAJAL. Barcelona, 1899; 1 vol. in-16.

Annuaire géologique et minéralogique de la Russie, rédigé par N. KRICHTAFOVITCH. Vol. III, liv. 7-8. Novo-Alexandria, Institut agronomique et forestier, 1899; 1 fasc. in-4°.

The american Ephemeris and nautical Almanac, for the year 1901. First edition. Washington, 1899; 1 vol. in-4°.

University of Cincinnati. Publications of the Cincinnati Observatory. N° 14. *Catalogue of* 2030 *stars for the epoch* 1895, by JERMAIN-G. PORTER, director. Cincinnati, 1898; 1 fasc. in-4°.

Astronomical papers prepared for the use of the american Ephemeris and nautical Almanac, published by authority of Congress. Vol. VIII, part II. *Catalogue of fundamental stars for* 1875 *and* 1900 *reduced to an absolute system.* Washington, 1898; 1 vol. in-4°.

Mittheilungen der hamburger Sternwarte. N° 1-5. Hamburg, Lucas Gräfe und Sillem, 1895-99; 5 fasc. in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 21 AOUT 1899,

PRÉSIDÉE PAR M. MAURICE LÉVY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie la perte qu'elle vient de faire dans la personne de M. *Frankland* (*Edwards*), Associé étranger depuis le 27 mai 1895, décédé en Norvège le 9 août 1899.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce également à l'Académie la perte qu'elle vient de faire dans la personne de M. *Bunsen* (*Robert-Wilhelm-Eberhard*), Associé étranger depuis le 26 décembre 1882, décédé à Heidelberg le 15 août 1899.

M. le Secrétaire perpétuel rappelle, en quelques mots, les découvertes capitales qui ont été faites par ces deux illustres chimistes, et les services qu'ils ont rendus à la Science.

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE. — *Sur la cause des traînées lumineuses persistantes qui accompagnent certaines étoiles filantes.* Note de M. **Ch. André**, transmise par M. Lœwy.

« Dans la nuit du 12 au 13 août, la dernière pendant laquelle nous nous sommes occupés des Perséides, MM. Lagrula et Luizet ont fait l'observation curieuse qui suit :

» A 12^h53^m (T.M.P.) leur attention fut brusquement mise en éveil par un éclairement assez intense pour faire apparaître distinctement à leurs yeux les objets environnants; ils l'attribuèrent à la seule traînée lumineuse alors visible dans le ciel et, vu sa persistance, purent en suivre les développements.

» Rectiligne à l'œil nu, cette trace lumineuse avait alors, dans une jumelle de grossissement 5, une forme nettement sinueuse et spiraliforme; à 12^h55^m l'aspect avait changé, la lumière s'était étalée en prenant à peu près la forme d'une ellipse très allongée dans le sens vertical (Æ = 130° avec un grand axe allant de Décl. 74° à 76°); à 12^h56^m cette ellipse avait déjà tourné, son extrémité supérieure avait incliné vers l'ouest et son grand axe était devenu horizontal; en même temps, l'ensemble s'était déplacé notablement (Æ = 138°, Décl. = 75°); à partir de 12^h58^m, la lumière continuait à s'étaler de plus en plus, en même temps qu'elle se déplaçait vers l'ouest et se rapprochait de l'horizon, si bien qu'à 13^h11^m sa position correspondait à Æ = 143° et Décl. = 72°; pendant cette dernière période, l'objet observé avait à l'œil nu l'apparence d'un petit nuage blanc, semblable d'aspect à une portion de la voie lactée, et dans la jumelle celle d'une grosse nébulosité de 30′ à 40′ de diamètre apparent.

» A 13^h13^m toute trace de lueur avait disparu, même dans la jumelle.

» Cette observation offre, me semble-t-il, un certain intérêt : d'abord par la longue durée, *vingt minutes*, pendant laquelle on a pu suivre le météore; mais surtout parce que les changements de forme successifs et le déplacement continu de l'image lumineuse paraissent démontrer nettement que les traînées lumineuses persistantes, observées déjà pour un certain nombre de ces météores, sont uniquement dues à la propagation successive des fragments dans lesquels ils se partagent lors de leur rupture. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur un groupe continu infini de transformations de contact entre les droites et les sphères.* Note de M. **E.-O. Lovett**, présentée par M. Darboux.

« Dans une Note précédente on a trouvé le groupe continu le plus général de droite-sphère transformations de contact qui sont déterminées par deux équations bilinéaires entre les coordonnées ponctuelles des deux espaces correspondants. Ce groupe (Σ) est un groupe à quinze paramètres et ses transformations sont équivalentes aux produits des ∞^{15} transformations du groupe projectif général (Π) par la droite-sphère transformation de Lie (Λ) donnée par les équations ([1]) :

$$(1)\quad \begin{cases} X + iY = -z - x(px+qy)|(q-x), \quad X - iY = (p+y)|(q-x), \\ Z = (px+qy)|(q-x), \quad P = (qx-1)|(q+x), \quad Q = -i(1+qx)|(x+q). \end{cases}$$

» Une Note du 3 octobre 1898 donne les transformations de contact les plus générales qui changent une surface développable quelconque en une autre surface aussi développable dans un espace à un nombre quelconque de dimensions; pour l'espace à trois dimensions, ces transformations (Δ) sont définies par les équations ([2])

$$(2)\quad \begin{cases} RX = (\psi\chi)_1 - (\psi\chi)_2 x - (\psi\chi)_3 y, \quad RY = (\varphi\chi)_2 x + (\varphi\chi)_3 y - (\varphi\chi)_1, \\ Z = \varphi X + \psi Y - \chi(\zeta, p, q), \quad P = \varphi(\zeta, p, q), \quad Q = \psi(\zeta, p, q), \end{cases}$$

où

$$(3)\quad R = (\varphi\psi)_2 x + (\varphi\psi)_3 y - (\varphi\psi)_1, \quad \zeta = px + qy - z,$$

$$(4)\quad (\rho\sigma)_1 = \rho_p\sigma_q - \rho_q\sigma_p, \quad (\rho\sigma)_2 = \rho_q\sigma_\zeta - \rho_\zeta\sigma_q, \quad (\rho\sigma)_3 = \rho_\zeta\sigma_p - \rho_p\sigma_\zeta,$$

et les fonctions φ, ψ, χ sont tout à fait arbitraires; d'ailleurs on a l'équation

$$(5)\quad \Delta = LPL,$$

où L est la transformation de contact de Legendre,

$$(6)\quad X = p, \quad Y = q, \quad Z = px + qy - z, \quad P = x, \quad Q = y,$$

et P est une transformation ponctuelle arbitraire.

([1]) Voir Darboux, *Théorie des surfaces*, t. I, § 168.

([2]) Voir aussi le Mémoire de Vivanti, *Rend. Cir. Matem. di Palermo*, t. V; 1891.

» Ces transformations ci-dessus (Δ) transforment plan en plan et ainsi changent droite en droite; donc, en combinant les transformations de contact du groupe (Δ) avec les transformations de contact du groupe (Σ), on obtient un groupe de transformations de contact contenant trois fonctions arbitraires, c'est-à-dire un groupe à une infinité de paramètres qui transforme les droites en sphères; les transformations de ce groupe (S) sont équivalentes aux transformations données par tous les produits

$$(7) \qquad S = LPL\Pi\Lambda.$$

» D'après leur définition les transformations de contact établissent une correspondance entre les éléments de surface de telle façon qu'une multiplicité des éléments de surface est transformée en une multiplicité des éléments de surface; donc il est clair, géométriquement, que les transformations de contact, qui transforment les plans en plans, changent aussi les droites en droites et, réciproquement, que les transformations de contact qui changent les droites en droites transforment aussi les plans en plans. Ainsi en recherchant les transformations de contact les plus générales (D) entre les plans, on peut construire au moyen du groupe (Σ) un groupe continu infini de droite-sphère transformations (T) plus étendues que le groupe (S); le groupe (S) est évidemment un sous-groupe du groupe (T).

» On trouve les transformations (D) de la manière suivante : soient

$$(8) \qquad x_1 = X, \qquad y_1 = Y, \qquad z_1 = Z, \qquad p_1 = P, \qquad q_1 = Q,$$

où X, Y, Z, P, Q sont fonctions de x, y, z, p, q, les équations définissant les transformations (D).

» Soient aussi

$$(9) \qquad \varphi_1 = \varphi_x + p\varphi_z, \qquad \varphi_2 = \varphi_y + q\varphi_z,$$

$$(10) \qquad \varphi^{(1)} = \varphi_x + p\varphi_z + r\varphi_p + s\varphi_q, \qquad \varphi^{(2)} = \varphi_y + q\varphi_z + s\varphi_p + t\varphi_q;$$

$$(11) \qquad (\varphi\psi)_{12} = \varphi_1\psi_2 - \varphi_2\psi_1, \qquad (\varphi\psi)_{1p} = \varphi_1\psi_p - \varphi_p\psi_1, \qquad \ldots;$$

$$(12) \qquad [\varphi\psi] = \varphi_p\psi_1 - \varphi_1\psi_p + \varphi_q\psi_2 - \varphi_2\psi_q, \qquad \omega(\varphi, \psi) = \varphi^{(1)}\psi^{(2)} - \varphi^{(2)}\psi^{(1)}.$$

» En développant la forme $\omega(\varphi, \psi)$ on a

$$(13) \quad \omega(\varphi,\psi) = (\varphi\psi)_{12} + r(\varphi\psi)_{p2} + s[(\varphi\psi)_{1p} + (\varphi\psi)_{q2}] + t(\varphi\psi)_{1q} + (rt - s^2)(\varphi\psi)_{pq};$$

et en employant les formules de Lie ([1]), on trouve

$$(14) \qquad R = \frac{\omega(P, Y)}{\omega(X, Y)}, \qquad S = \frac{\omega(X, P)}{\omega(X, Y)} = \frac{\omega(Q, Y)}{\omega(X, Y)}, \qquad T = \frac{\omega(X, Q)}{\omega(X, Y)},$$

([1]) Voir Lie-Engel, *Theorie der Transformationsgruppen*, t. II, p. 380.

où R, S, T sont les dérivées partielles du second ordre de Z par rapport à X et Y.

» Donc les fonctions X, Y, Z, P, Q se déterminent par les conditions suivantes :

» 1° Pour que les transformations (8) soient transformations de contact il faut que les équations [1]

$$(15)\quad \begin{cases} [PQ] = [PY] = [QX] = [XY] = [XZ] = [YZ] = 0, \\ [PX] = [QY] = \frac{1}{P}[PZ] = \frac{1}{Q}[QZ] = \rho \neq 0 \end{cases}$$

aient lieu ;

» 2° Pour que la famille de tous les ∞^3 plans de l'espace ordinaire reste invariante sous toutes les transformations (8), il est nécessaire et suffisant que les équations

$$(16)\qquad R = 0, \qquad S = 0, \qquad T = 0$$

soient une conséquence des équations (8) et des équations

$$r = 0, \qquad s = 0, \qquad t = 0;$$

ainsi on trouve des équations (13) et (14) les conditions restantes suivantes :

$$(17)\qquad (PY)_{12} = 0, \qquad (XP)_{12} = 0, \qquad (X, Q)_{12} = 0;$$

en observant que $\omega(P, Q)$ est aussi égal à zéro, on peut adjoindre les équations

$$(QY)_{12} = 0, \qquad (PQ)_{12} = 0,$$

mais celles-ci ne sont pas indépendantes des équations (17). »

PHYSIQUE. — *Méthode pour déterminer la constante newtonienne.* Note de M. **Geo. K. Burgess**, présentée par M. Lippmann.

» Parmi les constantes physiques il en est une, la *constante newtonienne* ou constante de la gravitation universelle, que l'on n'a pas pu, jusqu'ici, déterminer avec la précision que mérite une constante physique. Les

---

(1) Lie, *loc. cit.*, p. 145.

diverses méthodes employées par d'habiles expérimentateurs ont donné des résultats qui présentent entre eux des écarts très supérieurs à l'erreur probable des mesures de chaque physicien. Toutes les méthodes jusqu'ici employées se ramènent, en définitive, à la mesure d'une longueur très petite ou d'un angle très petit. Il serait bien préférable de réaliser une méthode qui ne nécessiterait pas, comme les méthodes classiques, la mesure des quantités extrêmement petites. Par exemple, en employant la balance chimique, il s'agit de mesurer un poids de l'ordre du milligramme; dans la balance de torsion, c'est un angle de trente minutes qu'on devra mesurer avec toute l'exactitude possible.

» En considérant les expériences faites avec la balance de torsion, nous voyons que l'on a cherché à rendre cette méthode plus sensible en réduisant les distances linéaires de l'appareil tout en conservant les poids suspendus aussi lourds que possible. Évidemment ces deux conditions se contrarient, et l'on est aussi limité par le poids que peut supporter un fil très fin. Si, tout en employant un fil très fin et conservant les distances très petites, on pouvait faire agir deux lourdes masses sur deux autres lourdes masses, on augmenterait beaucoup la sensibilité de la méthode de Cavendish. En d'autres termes, le problème se réduit à ceci : supprimer la tension d'un grand poids sur un fil très fin, en conservant l'attraction de cette masse suspendue sur une autre masse fixe.

» On réalisera cela par l'emploi d'un support auxiliaire pour la masse suspendue au fil. Ce sera, par exemple, un flotteur cylindrique métallique creux, plongé dans un bain de mercure et supportant un bras de levier qui supporte les masses employées. La grandeur du cylindre creux sera telle que le poids du mercure déplacé soit à peu près celui des masses suspendues. Ainsi le poids que supportera le fil sera aussi petit que l'on voudra, et si le fil est fin, on aura un couple de torsion très petit, tandis que l'attraction des masses fixes sur les masses suspendues aura une valeur relativement très grande.

» Un tel appareil a été construit au laboratoire de M. Lippmann. Les deux masses suspendues aux extrémités d'un levier horizontal sont en plomb, de 2^{kg} chacune, tandis que le fil de suspension est en platine ou en bronze, d'un diamètre moindre que $0^{mm},05$. Les deux grandes boules de plomb pèsent 10^{kg} chacune. La distance entre les centres des petites boules est de $0^{m},12$, qui est aussi la longueur d'un fléau; la distance entre les grandes masses est de $0^{m},37$. Si l'on tourne les grandes boules d'un angle de 40° d'un côté à l'autre côté de la position d'équilibre du système

suspendu, celui-ci tourne à peu près de 12°, effet incomparablement plus grand que par toute autre méthode.

» Il s'agit de savoir s'il y a peut-être des causes secondaires ou des corrections mal déterminées, qui pourraient retirer à la méthode sa sensibilité apparente. L'appareil a subi une série d'essais dans ce but d'abord, et dans le but aussi d'en tirer une valeur de la constante newtonienne. Les expériences faites jusqu'ici semblent montrer que le principe de la méthode mérite d'être publié. La difficulté la plus grande, c'est d'éviter les changements de température dans le bain de mercure; et il y a aussi la question de l'action capillaire sur la tige qui passe par la surface du mercure et qui supporte le fléau de balance, ainsi que certaines attractions secondaires et leur élimination. Nous croyons avoir évité la première difficulté, en enfermant très soigneusement l'appareil qui est placé dans une cave à température à peu près constante. La perturbation capillaire semble éliminée par l'emploi d'une couche d'acide sulfurique étendu, versé sur la surface du mercure qui est scrupuleusement propre. Notre dispositif permet aussi de modifier les positions des masses suspendues, afin de faire disparaître des termes correctifs dans le calcul de l'attraction. L'appareil fonctionne très bien, en donnant des déviations concordantes, quand on a pris tous les soins nécessaires pour avoir une température constante. »

PHYSIQUE. — *Sur les propriétés magnétiques du fer aux basses températures.* Note de M. **Georges Claude**, présentée par M. A. Potier.

« Les expériences relatées ci-après ont eu pour but de suivre les variations de la perméabilité magnétique et de la rémanence du fer en fonction de la température, en poussant celle-ci jusqu'à la limite fournie par l'évaporation de l'air liquide.

» Les essais, effectués par la méthode du galvanomètre balistique, ont porté sur un échantillon de fer forgé, en forme de cylindre creux à section rectangulaire, sur lequel étaient enroulés les circuits inducteur et induit. Les dimensions de ce cylindre étaient les suivantes : diamètre extérieur, $39^{mm},2$; diamètre intérieur, $25^{mm},5$; épaisseur, $23^{mm},6$. Il était placé dans un récipient Dewar et d'Arsonval, à double paroi argentée et vide intermédiaire; la température désirée était obtenue très commodément, d'abord à l'aide d'un liquide difficilement congelable (éther de pétrole léger), refroidi au degré voulu par l'évaporation rapide d'air liquide contenu dans un tube à essai de grand diamètre agité dans le liquide, et ensuite par de l'air liquide seul. Pour la pratique de ces essais à basse température, il peut être intéressant de noter que les thermomètres à toluène dont je me servais, gradués jusqu'à —150° par M. Baudin en extrapolant les résultats des expériences de M. Villard, pouvaient mesurer facilement les tempéra-

tures jusqu'à — 130°, la congélation du toluène se produisant brusquement entre — 140° et — 150° de l'échelle, avec augmentation de volume.

» Les résultats des essais n'ayant presque pas varié avec la température, les chiffres relatifs aux températures extrêmes + 25° et — 185° seront seuls indiqués.

» En soumettant le circuit inducteur à l'intensité maxima choisie, puis inversant brusquement, on obtient au balistique une élongation proportionnelle à la perméabilité dans les conditions de température choisies; ensuite, faisant varier le courant par sauts successifs de $+I_{max}$ à o, puis à $-I_{max}$, revenant de même à o, puis à $+I_{max}$ et notant les élongations partielles successives, on réunit les éléments nécessaires pour la construction de la courbe d'hystérésis dans ces mêmes conditions.

Température : + 25°; Champ inducteur max. : 35,2 C.G.S.;
Induction max. : 15000 C.G.S. environ.

$\mathcal{H} = \frac{4\pi n I}{10 l}$	ε totale.
de + 35,2 C.G.S. à — 35,2 »	132

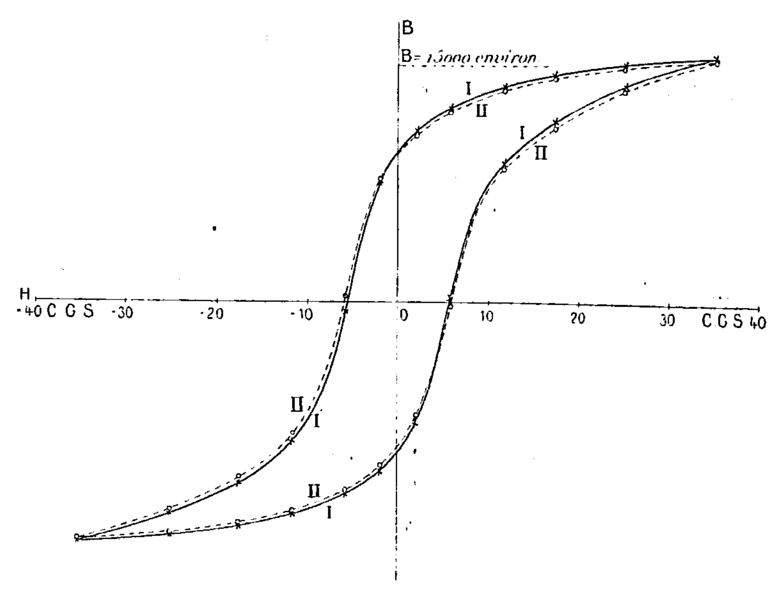
	ε partielles			
$\mathcal{H}$.	de $+\mathcal{H}_{max}$ à o.	de o à $-\mathcal{H}_{max}$.	de $-\mathcal{H}_{max}$ à o.	de o à $+\mathcal{H}_{max}$.
35,2	»	8	»	8,0
25,1	↓ 2,5	9,5	↓ 2,0	8,5
17,4	2,5	12	2,2	11
11,7	3,0	36	3,0	36
5,9	5,5	34	6,0	35,5
2,0	6,5	↑ 8	6,5	↑ 7,5
o	5,0	»	6,0	»

Température : — 185°; Champ inducteur max. : 35,2 C.G.S.;
Induction max. : 15000 C.G.S. environ.

$\mathcal{H} = \frac{4\pi n I}{10 l}$	ε totale.
de + 35,2 C.G.S. à — 35,2 »	129

	ε partielles			
$\mathcal{H}$.	de $+\mathcal{H}_{max}$ à o.	de o à $-\mathcal{H}_{max}$.	de $-\mathcal{H}_{max}$ à o.	de o à $+\mathcal{H}_{max}$.
35,2	»	8,5	»	8,5
25,1	↓ 2,0	9,5	↓ 2,2	9,5
17,4	2,5	13	2,6	12,5
11,7	3,0	36	2,8	36
5,9	5,5	31	6,0	31,5
2,0	6,0	↑ 7	6,5	↑ 7
o	6,0	»	5,5	»

» Les deux Tableaux ci-contre indiquent les résultats, que traduisent les courbes I et II.



Hystérésis d'un cylindre de fer doux.

Courbe I. — Essai à + 25°; x points d'expérience.
Courbe II. — Essai à — 185°; o points d'expérience.

» On voit que, pour l'induction maxima employée, soit environ 15000 C.G.S., la perméabilité à — 185° diffère de moins de 2,5 pour 100 de ce qu'elle était à + 25°. L'hystérésis est également très sensiblement constant, comme le montre la superposition presque parfaite des deux courbes.

» Un autre essai, pour une induction voisine de 10000 C.G.S., a montré une diminution plus accentuée de la perméabilité aux basses températures, soit 5 pour 100, mais le manque d'air liquide ne m'a pas permis d'approfondir le fait.

» *En résumé,* ces expériences confirment jusqu'à — 185° les conclusions que M. Thiessen [1] a tirées d'essais poussés à — 80° seulement, à savoir que, pour des inductions considérables, la perméabilité et la perte hystérétique du fer resteraient constantes, sauf une légère tendance à la diminution.

» D'après ce qui précède, mes essais vérifient également, autant que

(1) *Physical Review,* février 1899.

j'ai pu m'en rendre compte, cette autre conclusion du même auteur, en contradiction avec les résultats antérieurs de Dewar et Fleming, que, pour de faibles inductions, la perméabilité et l'hystérésis diminuent au contraire d'une manière très notable avec la température (¹). »

CHIMIE MINÉRALE. — *Décomposition du phosphate monomanganeux par l'eau à 0° et à 100°* (²). Note de M. **Georges Viard**, présentée par M. Troost.

« La décomposition du phosphate monomanganeux

$$(PO^4)^2 Mn H^4 + 2H^2O$$

par l'eau soit froide, soit chaude, est connue depuis le travail d'Erlenmeyer et Heinrich (*Lieb. Ann. Ch.*, 1877) qui en ont fait connaître les points les plus essentiels, à savoir que l'eau froide fournit un précipité cristallisé de phosphate dimanganeux $(PO^4)^2 Mn^2 H^2 + 6H^2O$, et l'eau chaude un précipité cristallisé $(PO^4)^2 Mn^2 H^2 + (PO^4)^2 Mn^3 + 4H^2O$, intermédiaire entre le di et le trimanganeux et appelé par les auteurs phosphate *ditrimanganeux*.

» Le phénomène était ainsi bien connu qualitativement; il l'était beaucoup moins au point de vue quantitatif, les auteurs n'ayant effectué que trois déterminations numériques, ce qui est, nous le verrons, tout à fait insuffisant pour suivre la marche de la réaction à 100°.

» Aussi ai-je cru devoir reprendre d'une manière plus approfondie l'étude numérique de cette réaction, en faisant deux séries d'opérations aux températures fixes de 0° et 100°.

» Les dosages ont été faits par la méthode de Gibbs dont l'emploi est ici particulièrement commode puisque le liquide contient toujours plus du double de la quantité d'acide phosphorique nécessaire pour la formation du phosphate ammoniaco-manganeux.

» *Décomposition par l'eau à 0°.* — Différents poids de phosphate monomanganeux

(¹) Ces recherches ont pu être effectuées au Laboratoire central d'Électricité grâce à l'extrême obligeance de MM. Laporte et David, chefs des travaux pratiques.

J'ai à adresser mes sincères remercîments à M. le professeur Linde, de l'École Polytechnique de Munich, qui a bien voulu, pour ces expériences et d'autres d'un ordre différent, faire mettre à ma disposition, à Stolberg, près Aix-la-Chapelle, l'air liquide fourni par la belle machine des usines de la *Rhénania*.

(²) Travail fait au laboratoire de M. Lemoine, à l'École Polytechnique.

ont été mis en digestion avec un poids donné d'eau dans des flacons placés dans une glacière et agités plusieurs fois par jour. Au bout de plusieurs jours (une douzaine et davantage), le précipité était recueilli sur un filtre et le liquide filtré analysé. Si l'on suppose que le manganèse resté dissous est à l'état de phosphate monomanganeux, on peut diviser par la pensée l'acide phosphorique total existant dans la dissolution en acide combiné et en acide libre, et le rapport R de l'acide total à l'acide combiné pourra servir de mesure à la décomposition plus ou moins considérable effectuée par l'eau. En appelant p et p' les poids de P^2O^5 et de MnO contenus dans une quantité donnée de liqueur, R est donné par

$$R = \frac{p}{p'} \times \frac{71}{142} = \frac{1}{2} \cdot \frac{p}{p'}.$$

» Les résultats sont donnés par le Tableau suivant, dans lequel P représente le nombre de grammes de phosphate monobasique réagissant sur 100gr d'eau, MnO et P^2O^5 les poids en milligrammes de ces corps contenus dans 1gr de liquide et enfin D la densité de ce liquide.

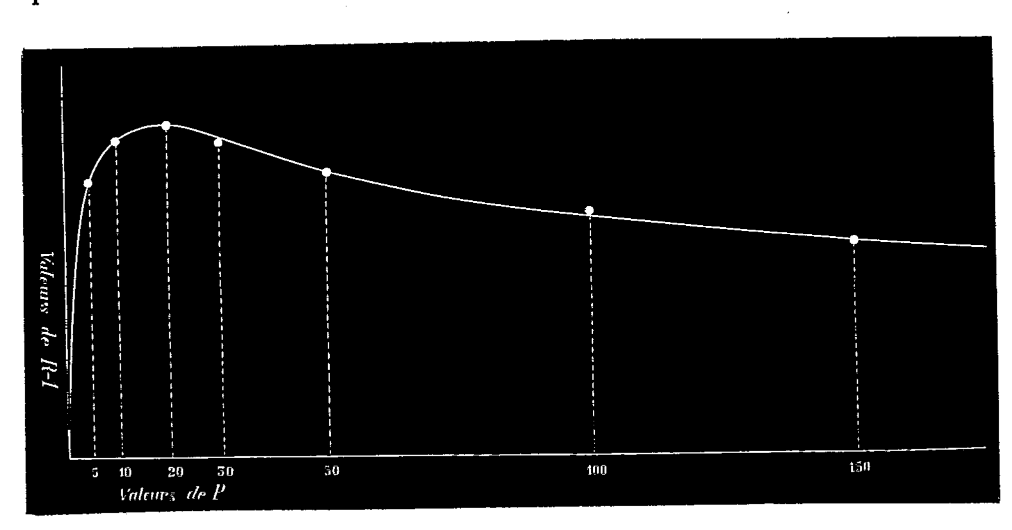
P.	R.	MnO.	P^2O^5.	D.
10	1,06	19,75	41,90	1,06
20	1,14	33,39	76,04	1,11
100	1,19	97,42	232,05	1,39

» On voit que la décomposition est d'autant plus accentuée que la proportion d'eau est moindre. C'est bien ce qu'avaient observé Erlenmeyer et Heinrich et ensuite M. Joly. Aussi, avec un excès d'eau suffisant, le sel monobasique peut se dissoudre sans décomposition appréciable; c'est ce qui a lieu avec 1gr de sel pour 100gr d'eau.

» *Décomposition par l'eau à* 100°. — Pour faire réagir à 100° des poids donnés d'eau et de phosphate monomanganeux je les ai enfermés dans des tubes scellés placés horizontalement au fond d'un bain-marie maintenu en ébullition pendant une huitaine d'heures; les secousses produites par cette ébullition avaient l'avantage d'agiter continuellement le contenu du tube scellé. Celui-ci une fois ouvert, on filtrait son contenu dans un entonnoir chauffé, et cela le plus rapidement possible, car si la liqueur-acide se refroidissait au contact du précipité, elle le redissoudrait peu à peu.

P.	R.	MnO.	P^2O^5.	D.
0,5	1,24	0,926	2,29	»
1	1,38	1,56	4,30	1,005
2	1,56	2,65	8,25	1,010
5	1,75	5,43	19,06	1,025
10	1,85	9,87	36,55	1,04
20	1,88	18,00	67,80	1,08
30	1,83	26,39	96,75	1,11
50	1,75	41,53	145,27	1,18
100	1,65	70,53	232,59	1,32
150	1,55	93,52	290,08	1,42
200	1,55	106,04	330,12	1,50
250	1,54	115,42	354,25	1,56
300	1,54	122,70	377,87	»
400	1,52	133,77	405,95	»

» On voit que, pour des valeurs de P croissant à partir de o, R croît d'abord rapidement, atteint un maximum vers P = 20 et décroît ensuite lentement pour devenir, à partir de P = 150, presque constant et égal à $\frac{3}{2}$. Le graphique ci-dessous, où l'on a porté P en abscisse et R — 1 en ordonnée, met bien en évidence ces variations.



» Ainsi, tant que la proportion de sel monobasique ne dépasse pas 20 de sel pour 100 d'eau, la décomposition par l'eau à 100° est tout à fait analogue à celles que M. Joly (*Comptes rendus*, 1883 et 1884) a observées pour les phosphates de Ba et de Ca, à celles que j'ai observées pour les mêmes phosphates à 100° (*Comptes rendus*, 1898) et aussi à celle du phosphate de Mn à froid étudiée dans la présente Note : elle va en s'accentuant à mesure que la proportion de sel augmente. Pour une concentration plus forte (au delà de P = 20) les choses se passent d'une façon tout opposée, et la décomposition devient de moins en moins accentuée à mesure que la proportion de sel augmente, rappelant ainsi, dans une certaine mesure, les sels de Hg, Sb, Bi étudiés par M. Ditte.

» Les trois déterminations effectuées jadis par Erlenmeyer et Heinrich ayant porté seulement sur trois concentrations voisines (P = 1, P = 2 et P = 4) l'existence du maximum de R devait forcément leur échapper.

» Quant au sel insoluble qui prend naissance dans l'action de l'eau à 100°, l'analyse montre qu'il est toujours formé de phosphate ditrimanganeux. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Sur la persistance des contractions cardiaques pendant les phénomènes de régression chez les Tuniciers.* Note de M. **Antoine Pizon**, présentée par M. Edmond Perrier.

« J'ai fait connaître récemment la vitalité particulière du cœur de certains Tuniciers bourgeonnants (*Botrylloïdes rubrum*) pendant les phénomènes de régression dont ils sont le siège (1). J'ai montré qu'après la mort de l'ascidiozoïde, le cœur, au lieu de se désagréger comme les autres organes, reste absolument intact pendant les trois ou quatre premiers jours de la dégénérescence et qu'il continue à fonctionner, comme pendant le vivant, jusqu'à ce qu'il ne reste plus de l'individu primitif qu'une toute petite masse granuleuse de quelques dixièmes de millimètre.

» Cette persistance des contractions cardiaques après la mort de l'ascidiozoïde n'est pas spéciale au *Botrylloïdes rubrum,* chez lequel je l'ai constatée en premier lieu; elle paraît générale chez les Ascidies composées, car, dans de nouvelles recherches, je l'ai observée chez la famille des *Distomidés* (*Distaplia rosea*) et chez d'autres représentants de la famille des *Botryllidés* (oozoïdes de *Botrylloïdes rubrum,* oozoïdes et blastozoïdes de *Botryllus Schlosseri* et de *B. violaceus*).

» Voici ce que l'on observe sur les oozoïdes de *B. Schlosseri :*

» Au bout de trois à quatre jours de fixation, l'oozoïde entre en régression; ses orifices se ferment, la branchie se contracte et ses éléments se dissocient; les autres organes, intestin, ganglion nerveux, etc., ne tardent pas à subir la même désagrégation et le tout se résout en un amas de globules isolés ou réunis par petits paquets.

» *Mais le cœur reste intact au milieu de cette dégénérescence générale et conserve son activité fonctionnelle;* on l'aperçoit, au sein de la masse granuleuse, se contractant régulièrement comme sur le vivant, tantôt dans un sens, tantôt dans l'autre. Les éléments sanguins et les globules provenant de la destruction des organes larvaires sont chassés, par ses contractions, dans l'appareil circulatoire colonial; ils s'accumulent dans les cavités du jeune bourgeon en voie de développement et surtout dans les huit ampoules ectodermiques de la périphérie, autour desquelles la production de la substance tunicière est extrêment active.

» C'est ainsi que la masse de l'oozoïde va en diminuant progressivement, tandis que le bourgeon s'accroît de son côté. Au bout du troisième jour, la régression est déjà considérablement avancée et il ne reste guère de l'ancien ascidiozoïde qu'un

(1) A. Pizon, *Études biologiques sur les Tuniciers coloniaux fixés* (*Bull. des Sc. nat. de l'Ouest,* 31 mars 1899).

petit amas granuleux, dont le volume dépasse à peine celui d'une des ampoules sanguines de la périphérie.

» Le cœur, *qui avait continué à battre régulièrement jusque-là*, commence seulement à se ralentir lorsque l'oozoïde a atteint une telle réduction ; ses mouvements s'espacent de plus en plus; c'est ordinairement vers la fin de ce troisième jour qu'il finit par s'arrêter complètement et qu'il se désagrége à son tour.

» D'autre part, le cœur est aussi le premier organe qui entre en fonction : au moment où l'oozoïde entre en régression, son bourgeon est encore très rudimentaire et atteint à peine le cinquième de la taille adulte; il n'en est pas moins vrai que très peu de temps après (vingt-quatre heures environ) son cœur se met à battre, associant ses contractions rythmiques à celles de l'oozoïde; ce n'est que deux ou trois jours plus tard qu'il ouvre ses orifices à l'extérieur et que ses autres organes commencent à fonctionner.

» La durée de la phase adulte de ce second individu est à peu près celle de l'oozoïde et n'excède pas de quatre à cinq jours, après quoi il éprouve une régression aussi rapide; *seul, le cœur persiste encore pendant trois ou quatre jours*, jusqu'à ce que la plus grande partie des globules d'origine régressive soient chassés dans le système vasculaire colonial.

» Chez tous les individus qui vont se développer ultérieurement dans la colonie, par voie de bourgeonnement continu, on retrouve la même précocité des contractions cardiaques et leur persistance après la mort.

» J'ai observé les mêmes faits chez les larves de *Botrylloides rubrum* ainsi que chez les larves et les colonies âgées de *Botryllus violaceus*.

» On pourrait croire que la vitalité particulière du cœur chez les Botryllidés est liée à l'existence, chez ces animaux, d'un réseau vasculaire colonial, par lequel les éléments en dégénérescence sont distribués chez les individus survivants. Mais je l'ai observée aussi chez les *Distaplia rosea*, qui appartiennent à une famille très différente d'Ascidies composées (famille des *Distomidés*) et dont les individus vivent associés en petites cœnobies, sans jamais être en relation les uns avec les autres par des tubes vasculaires. Après la mort, alors que les différents organes sont dissociés et réduits à une masse de globules, on voit encore, au sein de cette dernière, le cœur continuer à battre jusqu'au moment où tous ces éléments dissociés émigrent dans la tunique, isolément ou par petits paquets semblables à des morulas.

» Par les exemples que je viens de citer et qui sont fournis par deux familles très différentes d'Ascidies composées, on peut penser que la persi-

stance des contractions cardiaques pendant les phénomènes régressifs est un fait général chez les Tuniciers bourgeonnants, rappelant celle que présentent les Insectes pendant leurs métamorphoses; il est très vraisemblable, ainsi que je l'ai déjà fait remarquer ([1]), qu'une telle vitalité n'est pas autre chose qu'un réflexe provoqué par les globules eux-mêmes, et comparable à celui que les physiologistes déterminent sur un cœur isolé de grenouille, en y faisant passer un courant sanguin. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la température et ses variations dans l'atmosphère libre, d'après les observations de quatre-vingt-dix ballons-sondes.* Note de M. **L. Teisserenc de Bort**, présentée par M. E. Mascart.

« La connaissance de la distribution de la température dans la verticale aux diverses époques de l'année et suivant les circonstances météorologiques différentes est un élément capital pour la Physique du globe et la Météorologie.

» Jusqu'ici les données que nous possédons sur la température dans l'atmosphère libre sont très limitées, à cause du petit nombre d'ascensions scientifiques de ballons montés qui aient été faites à grande hauteur, et aussi parce que ces ascensions ne peuvent guère avoir lieu par mauvais temps, en sorte que tout un ordre de situations atmosphériques intéressantes échappe à nos investigations.

» L'emploi de ballons-sondes, inauguré en 1894 par les aéronautes français, permet, au contraire, de procéder à des explorations répétées de l'air en toute circonstance.

» A l'étude des couches basses de l'atmosphère par les cerfs-volants, poursuivie déjà, depuis deux ans, à l'observatoire de Météorologie dynamique, nous avons joint des explorations méthodiques par ballons-sondes pour les hautes régions.

» Après quelques essais préliminaires, nos lancés utiles ont commencé à Trappes en avril 1898 et ont été exécutés à diverses reprises chaque mois depuis cette époque, les ascensions étant très rapprochées à certains moments, pour suivre les modifications qui se produisent dans l'atmosphère. Nous avons pu ainsi recueillir un ensemble de documents scientifiques qui est, sans doute, de beaucoup le plus important de ceux que

([1]) *Loc. cit.*

l'on possède sur ces questions, car il repose sur plus de cent ascensions de ballons-sondes, dont sept ont dépassé 14000^{m}, vingt-quatre 13000^{m}, cinquante-trois ont atteint la hauteur de 9000^{m}.

» La valeur des documents rapportés par les enregistreurs dépendant avant tout des précautions prises pour en assurer l'exactitude, nous avons mis tous nos soins, ainsi que je l'ai indiqué à l'Académie dans ma Note du 11 juillet 1898, à bien protéger le thermomètre de toutes les causes d'erreur. Diverses améliorations ont été apportées à notre matériel, mais les instruments qui nous ont servi dans nos premières ascensions ont été tout récemment encore utilisés concurremment avec ceux qui ont été construits depuis et donnent des résultats comparables. La série des observations est donc homogène dans son ensemble.

» Le dépouillement des courbes rapportées par les ballons-sondes permet de dresser le graphique ci-après qui, pour la première fois, donne une idée de la température et de ses variations au cours d'une année dans l'atmosphère libre jusqu'à l'altitude de 11000^{m}. Afin de ne pas compliquer ce graphique, nous nous sommes bornés à y figurer l'altitude à laquelle les ballons ont rencontré quelques températures caractéristiques : 0°, —25°, —40°, —50°.

» Il se dégage, de la discussion de l'ensemble des documents, les faits généraux suivants :

» 1° *La température à diverses hauteurs présente, dans le cours de l'année, des variations importantes et bien plus considérables qu'on ne l'a admis d'après les anciennes observations faites en ballon.*

» La température 0° se trouve à des hauteurs très différentes, ce qu'expliquent bien les variations de température du sol qui lui-même atteint souvent cette température en hiver, tandis qu'il s'échauffe fortement en été. Ainsi l'isotherme de 0° qui à certains moments est au sol, ou n'existe pas du tout dans l'atmosphère (dans le cas de températures négatives en bas) s'en éloigne à d'autres et dans la saison chaude peut être rencontré au-dessus de 4000^{m}.

» L'isotherme de —25°, qui reste ordinairement éloigné du sol, est sujet aussi à de grandes variations de hauteur. On le trouve vers 3000^{m} en hiver et au-dessus de 7000^{m} en été. En septembre nous l'avons même rencontré à plus de 8000^{m}; soit une variation d'altitude dans le cours de seize mois d'observations de 5000^{m} (et vraisemblablement nous n'avons pas observé les extrêmes).

» L'isotherme de —40° s'est abaissé plusieurs fois vers 6000^{m} et se

trouve ordinairement vers 9000^m, dépassant même cette altitude, surtout vers la fin de l'été.

» La température de $-50°$ n'a jamais été rencontrée bien au-dessous de 8000^m; sa plus grande hauteur a été constatée en septembre 1898 et en juillet 1899, à 12000^m. Elle varie donc au moins de 4000^m.

» On voit que, même à cette altitude où l'on a dépassé les deux tiers de la masse de l'atmosphère, les variations dans la température sont encore très étendues.

» 2° *Il semble d'après ces observations qu'il y ait, même jusque vers 10000^m, une tendance assez marquée à une variation annuelle de la température, le maximum thermique ayant lieu vers la fin de l'été, le minimum à la fin de l'hiver;* mais ce phénomène est troublé par les variations d'un jour à l'autre se rapportant aux changements de situation atmosphérique, variations qui sont très marquées. C'est ainsi que, dans une même saison, on trouve par exemple l'isotherme $-40°$ à 8500^m le 14 mars 1899 et à 6600^m le 24.

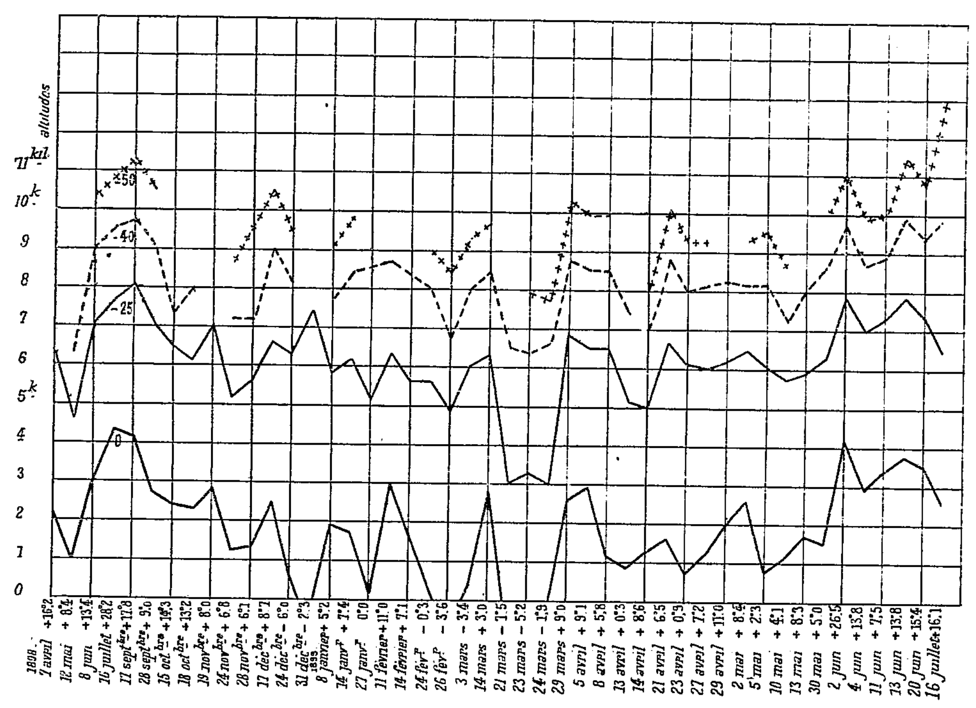


Diagramme représentant la hauteur à laquelle on a rencontré à diverses dates les isothermes de 0, -25, -40, -50. En bas sont indiquées les températures prises au sol au départ du ballon. Les isothermes de -40 et -50 manquent dans certaines ascensions, les ballons ne s'étant pas élevés assez haut pour les rencontrer.

» Si l'on calcule la variabilité de la température à diverses hauteurs, en déterminant les écarts positifs ou négatifs des températures de chaque ascension à la moyenne générale pour cette altitude, on voit que, dès qu'on s'est un peu éloigné du sol, les écarts ne diffèrent pas beaucoup avec l'altitude jusqu'à 9000^m.

» Le Tableau ci-dessous donne les écarts moyens de deux groupes de températures à peu près d'égale importance, comprenant en tout les résultats de 80 ascensions; il montre (contrairement à ce qu'on a admis jusqu'ici) qu'il n'y a pas d'atténuation rapide de la variabilité thermique avec la hauteur. Il est d'ailleurs probable que la répartition des écarts dans la verticale varie avec le *type du temps* :

Altitude au sol.	Écarts moyens. (*a*).	(*b*).	Moyenne des deux séries en tenant compte des poids.
171^m	5,36	5,75	5,53
1000	5,48	5,14	5,20
2000	5,54	5,74	5,63
3000	5,97	6,30	6,11
4000	6,17	6,56	6,36
5000	5,91	6,82	6,34
6000	6,53	6,63	6,59
7000	6,81	6,15	6,45
8000	6,45	5,76	6,05
9000	6,61	4,81	5,55

(*a*) Ballons lancés d'avril 1898 au milieu de février 1899.
(*b*) Ballons de février à juillet 1899.

» La décroissance de température dans la verticale varie sensiblement d'un jour à l'autre, et ces variations, comme celles des températures elles-mêmes, sont liées aux diverses situations atmosphériques.

» Nous nous proposons d'examiner ces relations dans une autre Note. »

La séance est levée à 3 heures et demie.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 21 AOUT 1899.

Comité international des Poids et Mesures. Procès-Verbaux des séances de 1899. Paris, Gauthier-Villars, 1899; 1 vol. in-8°.

Recherches sur la Météorologie et les Météorologistes à Montpellier, du XVIIIe *siècle jusqu'à nos jours,* par ÉDOUARD ROCHE, retrouvées dans ses papiers et publiées par son frère. (*Académie des Sciences et Lettres de Montpellier. Mémoires de la Section des Sciences,* 2e série, t. II, n° 5.) Montpellier, Delord-Boehm et Martial, 1898; 1 vol. in-8°.

Plantes médicinales et toxiques du département de l'Hérault, par le Dr LOUIS PLANCHON. (*Académie des Sciences et Lettres de Montpellier. Mémoires de la Section de Médecine,* 2e série, t. I, n° 3.) Montpellier, Delord-Boehm et Martial, 1899; 1 vol. in-8°.

Paralysie générale : Étiologie, pathogénie, traitement, par le Dr MAIRET et le Dr VIRES. (*Académie des Sciences et Lettres de Montpellier. Mémoires de la Section de Médecine,* 2e série, t. I, n° 2.) Montpellier, Delord-Boehm et Martial, 1898; 1 vol. in-8°.

Vie physique de notre planète devant les lumières de la Science contemporaine, par A. KLOSSOVSKY. Odessa, 1899; 1 fasc. in-8°.

Ueber die Zeitbestimmung im Verticale des Polsternes, von PAUL HARZER. (Publication der *Sternwarte in Kiel,* t. X, herausgeg. von P. HARZER, Director der *Sternwarte.*) Leipzig, Breitkopf u. Härtel, 1899; 1 fasc. in-4°. (Hommage de l'Auteur.)

Astronomische Mittheilungen, gegrundet von Dr RUDOLF WOLF, n° XC, herausgeg. von A. WOLFER. (*Separatabd. aus der Vierteljahrsschrift der naturforschenden Gesellschaft in Zurich,* Jahrgang XLIV, 1899.) 1 fasc. in-8°.

Methods of determining the frequency of alternating currents, by CARL KINSLEY. (Reprinted from *The electrician,* June 16, 1899.) 1 fasc. in-12.

The anatomy and physiology of the mouthparts of the Collembolan, Orchesella Cincta L., by JUSTUS WATSON FOLSOM. (*Bul. of the Museum of comparative zoölogy at Harward College,* vol. XXXV, n° 2.) 1 fasc. in-8°. (With the compliments of ALEXANDER AGASSIZ.)

Estudio sobre San Salvador desde el punto de vista medico, por ISIDOR B. JUAREZ. San Salvador, 1899; 1 fasc. in-8°.

Keine Hungerkatastrophen, keine Hungertyphus.... auf dem Erdball mehr!.... Ein Appell an alle Staatsgewalten der gesammten civilisirten Welt, die beim Welt-Friedenscongress vertreten sein verden, von Coelestin Zybliewicz. Kolomea, M. Bilous, 1899; 1 fasc. in-12.

Money's worth or the arithmetic of the mechanism of the world's present interchanges of seven monetary and currency intermediaries...., by John Henry Norman. G.-P. Putnam's sons, New York, 1899; 1 fasc. in-12.

Geological Survey of Canada. Contributions to Canadian palæontology. Vol. I, by J.-F. Whiteaves, part. V, 7 : *On some additional or imperfectly understood fossils from the Hamilton formation of Ontario, with a revised list of the species therefrom.* Ottawa, S.-E. Dawson, 1885-98; 1 fasc. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 7 août 1899.)

Note de M. *Gabriel Bertrand,* Sur quelques propriétés de la dioxyacétone, etc. :

Page 342, ligne 3, *au lieu de* 70°, *lisez* 80°.
Page 344, ligne 19, *au lieu de* 96-97, *lisez* 108.

(Séance du 14 août 1899.)

Note de MM. *Berthelot* et *Delépine,* Recherches sur les dérivés métalliques de l'acétylène :

Page 363, ligne 14, *au lieu de* une trace d'argentacétyle, *lisez* une trace d'azotate d'argentacétyle.
Page 374, ligne 4 en remontant, *au lieu de* calculé 5,77, *lisez* calculé 6,77.
Page 379, ligne 8, *au lieu de* un atome d'azote fixé, *lisez* un demi-atome d'azote fixé.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 28 AOUT 1899,

PRÉSIDÉE PAR M. MICHEL LÉVY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉCANIQUE. — *Sur une forme générale des équations de la Dynamique.* Note de M. P. APPELL.

« Je demande à l'Académie la permission de revenir sur la forme nouvelle des équations de la Dynamique que j'ai exposée, sur un cas simple, dans la séance du 7 août dernier. L'avantage de cette forme est de permettre d'employer des paramètres qui ne sont pas de véritables coordonnées, mais qui sont liés aux coordonnées par des relations différentielles non intégrables.

» Imaginons un système de points matériels, assujetti à des liaisons telles que le déplacement virtuel le plus général, compatible avec les liaisons, soit défini comme il suit. Désignons par x, y, z les coordonnées absolues

d'un point quelconque du système : le déplacement virtuel de ce point a pour projections

$$(1)\quad \begin{cases} \delta x = a_1\,\delta q_1 + a_2\,\delta q_2 + \ldots + a_n\,\delta q_n, \\ \delta y = b_1\,\delta q_1 + b_2\,\delta q_2 + \ldots + b_n\,\delta q_n, \\ \delta z = c_1\,\delta q_1 + c_2\,\delta q_2 + \ldots + c_n\,\delta q_n, \end{cases}$$

où $\delta q_1, \delta q_2, \ldots, \delta q_n$ sont arbitraires : dans ces formules, les coefficients a_1, $a_2, \ldots, c_n$ peuvent dépendre du temps t, des paramètres $q_1, q_2, \ldots, q_n$ et *d'autres paramètres* $q_{n+1}, q_{n+2}, \ldots, q_{n+p}$ dont les variations sont liées à celles de $q_1, q_2, \ldots, q_n$ par des relations de la forme

$$(2)\quad \begin{cases} \delta q_{n+1} = \alpha_1\,\delta q_1 + \alpha_2\,\delta q_2 + \ldots + \alpha_n\,\delta q_n, \\ \delta q_{n+2} = \beta_1\,\delta q_1 + \beta_2\,\delta q_2 + \ldots + \beta_n\,\delta q_n, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ \delta q_{n+p} = \lambda_1\,\delta q_1 + \lambda_2\,\delta q_2 + \ldots + \lambda_n\,\delta q_n, \end{cases}$$

les coefficients $\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \lambda_n$ dépendant également de t et de l'ensemble des paramètres $q_1, q_2, \ldots, q_n, q_{n+1}, \ldots, q_{n+p}$. Dans ces conditions, le déplacement réel du système pendant le temps dt est défini par des relations de la forme

$$(3)\quad \begin{cases} dx = a_1\,dq_1 + a_2\,dq_2 + \ldots + a_n\,dq_n + a\,dt, \\ dy = b_1\,dq_1 + b_2\,dq_2 + \ldots + b_n\,dq_n + b\,dt, \\ dz = c_1\,dq_1 + c_2\,dq_2 + \ldots + c_n\,dq_n + c\,dt, \end{cases}$$

avec

$$(4)\quad \begin{cases} dq_{n+1} = \alpha_1\,dq_1 + \alpha_2\,dq_2 + \ldots + \alpha_n\,dq_n + \alpha\,dt, \\ dq_{n+2} = \beta_1\,dq_1 + \beta_2\,dq_2 + \ldots + \beta_n\,dq_n + \beta\,dt, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ dq_{n+p} = \lambda_1\,dq_1 + \lambda_2\,dq_2 + \ldots + \lambda_n\,dq_n + \lambda\,dt, \end{cases}$$

où les coefficients $a, b, c, \alpha, \beta, \ldots, \lambda$ peuvent dépendre de $t, q_1, q_2, \ldots, q_{n+p}$.

» On peut alors obtenir les équations du mouvement comme il suit Prenons, d'une part, la somme des travaux virtuels des forces appliquées et mettons-la sous la forme

$$\Sigma(X\,\delta x + Y\,\delta y + Z\,\delta z) = Q_1\,\delta q_1 + Q_2\,\delta q_2 + \ldots + Q_n\,\delta q_n.$$

Formons, d'autre part, la fonction

$$S = \tfrac{1}{2}\Sigma m J^2$$

égale à la demi-somme des produits de la masse de chaque point par le carré de son accélération; cette fonction contient les paramètres q_1, $q_2, \ldots, q_{n+p}$, leurs dérivées premières $q'_1, q'_2, \ldots, q'_{n+p}$ et leurs dérivées deuxièmes $q''_1, q''_2, \ldots, q''_{n+p}$; les relations (4) divisées par dt donnent $q'_{n+1}, q'_{n+2}, \ldots, q'_{n+p}$ en fonction linéaire de $q'_1, q'_2, \ldots, q'_n$, et, en les dérivant par rapport au temps, on obtient de même $q''_{n+1}, q''_{n+2}, \ldots, q''_{n+p}$ en fonction linéaire de $q''_1, q''_2, \ldots, q''_n$; on peut donc toujours faire en sorte que la fonction S ne contienne plus d'autres dérivées deuxièmes que q''_1, $q''_2, \ldots, q''_n$.

» Cela posé, les équations du mouvement sont

$$\frac{\partial S}{\partial q''_1} = Q_1, \qquad \frac{\partial S}{\partial q''_2} = Q_2, \qquad \ldots, \qquad \frac{\partial S}{\partial q''_n} = Q_n;$$

c'est ce qu'on démontre comme dans la Note précédente.

» *Exemple.* — Cette méthode s'applique aisément aux problèmes de roulement; je me bornerai à en donner aujourd'hui un exemple tout à fait élémentaire, en montrant comment elle permet de retrouver, d'une façon symétrique, les équations d'Euler pour le mouvement d'un solide autour d'un point fixe. Imaginons un solide mobile autour d'un point fixe O, et soient Ox, Oy, Oz trois axes rectangulaires entraînés par le corps et coïncidant avec les axes principaux d'inertie relatifs au point O. La position du corps est définie par les trois angles d'Euler θ, φ, ψ que font les axes Ox, y, z avec des axes fixes; les composantes de la rotation instantanée p, q, r suivant les axes mobiles sont

$$\begin{aligned} p &= \frac{d\psi}{dt}\sin\theta\sin\varphi + \frac{d\theta}{dt}\cos\varphi, \\ q &= \frac{d\psi}{dt}\sin\theta\cos\varphi - \frac{d\theta}{dt}\sin\varphi, \\ r &= \frac{d\psi}{dt}\cos\theta \qquad\quad + \frac{d\varphi}{dt}. \end{aligned}$$

» Pour obtenir un déplacement virtuel compatible avec les liaisons, il suffit de faire varier θ, φ, ψ de $\delta\theta$, $\delta\varphi$, $\delta\psi$. Introduisons alors trois paramètres λ, μ, ν dont les variations sont liées à celles de θ, φ, ψ par les relations

$$\begin{aligned} \delta\lambda &= \sin\theta\sin\varphi\,\delta\psi + \cos\varphi\,\delta\theta, \\ \delta\mu &= \sin\theta\cos\varphi\,\delta\psi - \sin\varphi\,\delta\theta, \\ \delta\nu &= \qquad\ \cos\theta\,\delta\psi + \delta\varphi. \end{aligned}$$

» On pourrait inversement résoudre ces équations par rapport à $\delta\theta$, $\delta\varphi$, $\delta\psi$ et regarder $\delta\lambda$, $\delta\mu$, $\delta\nu$ comme arbitraires. C'est ce que nous allons faire : alors λ, μ, ν joueront le rôle de $q_1, q_2, \ldots, q_n$ et θ, φ, ψ celui de q_{n+1}, $q_{n+2}, \ldots, q_{n+p}$. Avec ce choix de paramètres, on a

$$p = \frac{d\lambda}{dt} = \lambda', \qquad q = \frac{d\mu}{dt} = \mu', \qquad r = \frac{d\nu}{dt} = \nu',$$
$$p' = \frac{dp}{dt} = \lambda'', \qquad q' = \frac{dq}{dt} = \mu'', \qquad r' = \frac{dr}{dt} = \nu''.$$

» Si l'on imprime au système un déplacement virtuel compatible avec les liaisons, on a, pour la somme des travaux des forces appliquées,

$$\Sigma(X\delta x + Y\delta y + Z\delta z) = L\delta\lambda + M\delta\mu + N\delta\nu,$$

où L, M, N sont les sommes des moments des forces par rapport aux axes Ox, Oy, Oz; cela tient à ce que $\delta\lambda$, $\delta\mu$, $\delta\nu$ sont les rotations élémentaires autour des trois axes.

» D'autre part, la vitesse V d'une molécule x, y, z a pour projections

$$V_x = qz - ry, \ldots,$$

et son accélération

$$J_x = \frac{dV_x}{dt} + qV_z - rV_y, \ldots,$$

d'où

$$J_x = zq' - yr' + q(py - qx) - r(rx - pz), \ldots$$

» La fonction

$$S = \frac{1}{2}\Sigma m(J_x^2 + J_y^2 + J_z^2)$$

est alors donnée par la formule

$$2S = Ap'^2 + Bq'^2 + Cr'^2 + 2(C - B)qrp' + 2(A - C)rpq'$$
$$+ 2(B - A)pqr' + \ldots$$

où A, B, C sont les moments principaux d'inertie et où nous n'écrivons pas les termes ne contenant pas p', q', r'. Il faudrait maintenant remplacer p, q, r par leurs expressions en θ, φ, ψ, θ', φ', ψ' ou θ, φ, ψ, λ', μ', ν' et p', q', r' par λ'', μ'', ν''. Les équations du mouvement sont alors

$$\frac{\partial S}{\partial \lambda''} = L, \qquad \frac{\partial S}{\partial \mu''} = M, \qquad \frac{\partial S}{\partial \nu''} = N,$$

ou encore, puisque $\lambda'' = p'$, $\mu'' = q'$, $\nu'' = r'$,

$$\frac{\partial S}{\partial p'} = L, \qquad \frac{\partial S}{\partial q'} = M, \qquad \frac{\partial S}{\partial r'} = N.$$

Ce sont les équations d'Euler.

» Les applications à d'autres problèmes du même genre se trouvent facilitées par ce fait que la fonction S est calculée, une fois pour toutes, pour un corps solide mobile autour d'un point fixe.

» Pour un corps solide libre et, en général, pour un système quelconque, le calcul de S se simplifie, si l'on remarque que l'on peut appliquer à cette fonction un théorème analogue à celui de Kœnig pour la force vive totale d'un système.

» Je me propose de développer prochainement cette méthode dans un Mémoire détaillé. »

MÉCANIQUE CHIMIQUE. — *Sur la vitesse de détonation de l'acétylène;* par MM. BERTHELOT et LE CHATELIER.

« Nous avons étudié la vitesse de propagation de la détonation de l'acétylène pur sous différentes pressions, et dans des conditions diverses : cette étude est intéressante, à la fois au point de vue de la théorie de la propagation des réactions physico-chimiques dans les gaz, et au point de vue des règles de l'emploi de ce gaz pour l'éclairage. Les expériences ont été exécutées au printemps 1898. Indiquons d'abord les procédés expérimentaux.

» L'acétylène était contenu dans des tubes de verre horizontaux, longs de 1^{m}, d'un diamètre intérieur compris entre 2^{mm} et 6^{mm}, et d'une épaisseur comparable à ce diamètre. L'une des extrémités est close, l'autre rodée et ajustée à l'aide d'un joint en caoutchouc comprimé avec une pièce de fer, permettant l'introduction du gaz au sein du tube vidé à l'avance par un jeu de trompe. Le gaz était introduit sous diverses pressions, qui ont varié de 5^{kg} à 36^{kg} (ou atmosphères) : le gaz contenait, d'après analyse, 98 pour 100 d'acétylène.

» L'allumage se faisait électriquement dans la pièce de fer, à l'aide d'une amorce de fulminate, ou de poudre chloratée (sulfure d'antimoine et graphite), pesant en général de 1 à 4 centigrammes. Les amorces plus fortes

doivent être évitées, parce qu'elles sont susceptibles de donner lieu à des mouvements ondulatoires violents, attribuables à l'action impulsive de l'amorce et non à la détonation même, mouvements dont la vitesse est souvent beaucoup plus considérable que celle de la propagation de la détonation véritable.

» Dans un certain nombre d'expériences, afin d'éliminer l'influence de la période initiale de propagation, on a fait précéder le tube de verre d'un tube de fer long de $1^m,50$, à l'entrée duquel on déterminait l'allumage.

» L'enregistrement des phénomènes avait lieu par la méthode photographique, qui permet d'en suivre exactement toutes les phases, du moins tant que les gaz enflammés demeurent lumineux.

» Vis-à-vis du tube de verre horizontal, à une distance de 8^m environ, était disposé un appareil photographique. La plaque et sa lentille étaient fixées sur un cadre vertical à coulisses, le long duquel elle tombait, à l'instant même de l'allumage électrique de l'amorce. La vitesse de chute était de $8^m,30$ par seconde, enregistrée sur la plaque même. L'image de la flamme qui parcourt le tube s'enregistre ainsi sur la plaque, sous la forme d'une ligne plus ou moins courbe. L'inclinaison de la tangente (empirique) à cette courbe, en un point donné, permet de calculer la vitesse de propagation de l'explosion en ce point. Dans le cas d'une vitesse uniforme, on obtient une ligne droite, plus ou moins inclinée sur l'axe horizontal. Les clichés ont été agrandis, dans la proportion de 1 à 3, de telle sorte que l'échelle des temps était de 25^{mm} pour un millième de seconde.

» Ce procédé enregistre non seulement la propagation de la flamme, mais aussi certains mouvements ondulatoires de retour, à partir de l'extrémité opposée à celle où a lieu l'inflammation : du moins toutes les fois que le tube n'est pas brisé et jusqu'à l'instant où les gaz refroidis cessent d'être lumineux.

» Dans tous les cas où le tube est brisé au cours de l'explosion, sa fracture, ou plutôt sa pnlvérisation, explosive se propage en sens inverse et revient à l'origine du tube de verre, le phénomène étant enregistré fidèlement ainsi que sa vitesse relative.

» A ce moment, d'ailleurs, le carbone préalablement mis à nu dans le tube brûle au contact de l'air, en donnant lieu à des colonnes incandescentes qui partent du tube éclaté.

» La combustion de ce carbone est beaucoup plus lumineuse que la détonation de l'acétylène, celle-ci fournissant bien moins de lumière que

la combustion d'un mélange gazeux qui ne dégage pas plus de chaleur : ce qui s'explique, si l'on observe que le carbone précipité, lors de la détonation de l'acétylène, arrête la lumière provenant des couches centrales. La couche refroidie au contact des parois du tube concourt seule à la lumière aperçue du dehors.

» Comme contre-épreuve, nous avons cru utile d'exécuter d'abord quelques essais avec des mélanges d'acétylène et d'oxygène, afin de vérifier les caractères de l'image produite par l'onde explosive. Cette onde, comme on le sait, ne s'établit régulièrement qu'à partir d'une certaine distance de l'origine de l'inflammation. Au delà on doit obtenir, et l'on obtient, en effet, comme nous l'avons vérifié, une droite régulière, c'est-à-dire une vitesse de propagation uniforme.

» Ce point une fois bien vérifié, nous avons étudié la détonation de l'acétylène pur sous différentes pressions. Dans tous les cas, nous avons observé une vitesse croissant au fur et à mesure de la propagation de la flamme. La rupture du tube survient en général avant que l'on ait obtenu une période de vitesse tout à fait uniforme. Toutefois, la progression des vitesses suit des marches bien différentes, même avec un gaz également comprimé et un mode d'inflammation en apparence semblable; cette diversité paraît dépendre de ce qui se passe au voisinage de la région initiale d'inflammation, c'est-à-dire de la mise en train de la détonation. Elle est comprise entre deux limites, que nous allons d'abord décrire.

» Dans le plus grand nombre des cas, la courbe prend presque aussitôt une marche asymptotique ou, plus exactement, sa tangente, au bout d'un trajet fort court, diffère peu de la valeur qu'elle a acquise vers la fin du trajet; en somme, celui-ci tend à être presque rectiligne. Ce sont évidemment les meilleures déterminations. Seulement, au point final, au moment de la rupture des tubes, la valeur de la tangente devient parfois beaucoup plus forte. Mais la valeur obtenue à ce moment ne peut plus être regardée comme régulière.

» En effet, la vitesse du gaz comprimé, qui s'échappe alors, sous la pression atmosphérique, du tube brisé, s'ajoute dans une certaine mesure à celle de la propagation de la flamme enregistrée; en même temps, la combustion immédiate de ce gaz au contact de l'air développe une lumière plus éclatante, qui masque en partie la fin du premier phénomène.

» Citons, par exemple, l'expérience (N) :

» Diamètre intérieur du tube, 3^{mm}; épaisseur, $3^{mm},5$; pression initiale

de l'acétylène dans ce tube, 24^{kg}; détonation provoquée par une amorce de poudre chloratée pesant $0^{gr},04$. La vitesse de la lumière de détonation a varié assez rapidement pendant le premier cinquième du parcours. Au delà, entre ce point et le voisinage de la rupture, la vitesse a présenté une valeur moyenne de 1450^{m} par seconde. Mais, dans les derniers centimètres qui précèdent immédiatement la rupture, la tangente à la courbe enregistrée semblait répondre à 2160^{m}, la flamme extérieure résultant de l'échappement du gaz au lieu d'éclatement masquant en partie la lumière intérieure; il est clair que cette dernière valeur est incertaine.

» Dans des cas assez multiples les variations ont été beaucoup plus prononcées pendant tout le cours de la détonation. Ainsi dans l'expérience (II), exécutée dans un tube de diamètre intérieur égal à 4^{mm}, rempli d'acétylène sous une pression de 15^{kg}, la courbe s'élève d'abord presque verticament, puis un peu inclinée : de telle sorte qu'entre les longueurs $0^{m},10$ et $0^{m},40$ la vitesse moyenne est seulement de 64^{m}; elle croît rapidement. Entre $0^{m},80$ et 1^{m}, la vitesse moyenne atteint 1320^{m}. Le tube a éclaté seulement après qu'il avait été entièrement parcouru par la flamme. Son éclatement s'est propagé en arrière avec une vitesse à peu près uniforme de 1200^{m} par seconde.

» Citons encore l'expérience suivante, exécutée avec un tube de diamètre égal à 4^{mm}, rempli d'acétylène sous une pression initiale de 21^{kg}. Pendant les trois premiers quarts du trajet, la vitesse moyenne estimée à $0^{m},25$ de l'origine était 182^{m}. A $0^{m},50$, elle a atteint 1693^{m}. Mais le tube a éclaté vers ce point. La détonation ne s'est pas propagée en avant dans le tube au delà de l'éclatement; tandis que l'explosion du tube s'est propagée en arrière avec une vitesse de 1500^{m} par seconde.

» L'expérience suivante (C) a donné une variation plus lente (20^{kg})

De $0^{m},10$ à $0^{m},20$	587^{m}
$0,20$ à $0,50$	1021
$0,50$ à $0,65$	1518

» Au delà l'image de la flamme est en partie masquée par l'éclatement du tube.

» Voici la liste des expériences réalisées. On donnera seulement la valeur de la vitesse à peu près régulière de détonation dans la dernière région, à quelque distance du point de rupture :

	Pression initiale.	Vitesse.	Observations.
(L).....	5kg	1050 m	La variation de la courbe est lente.
(P).....	10	1010	Courbe presque rectiligne.
(M).....	10	1100	Tracé à peu près régulier, presque rectiligne. L'allumage a eu lieu à l'extrémité d'un tube de fer de $1^m,50$, précédant le tube de verre; le tube de fer a crevé à son raccord avec le verre.
(I)......	10	1080	
(K)......	10	1030	Tracé peu régulier, sans variation trop rapide. Rupture à $0^m,50$ de l'origine.
(U)... ..	10	1190	Tracé sensiblement rectiligne. Tube de fer de $1^m,50$.
(G).....	12	1280	Tracé irrégulier, sans variation trop rapide.
(H). ...	14	1210	Tracé à peu près rectiligne. Tube de fer de $1^m,50$.
(H))....	15	1320	Variation de la courbe extrêmement rapide.
(A_5)....	17	1230	
(T).....	18	1210	
(C).....	20	1500	Tracé presque rectiligne.
(O)....	21	1400	Tracé à peu près régulier.
(A)....	21	1265	Variation de la courbe extrêmement rapide. Éclatement à $0^m,50$.
(1).....	21	1693?	Même observation. Même éclatement.
(N)....	24	1450	Tracé régulier et asymptotique.
(E).....	24	1260	Variation de la courbe extrêmement rapide. Éclatement à $0^m,50$.
Vers....	30	1600 env.	

» Nous avons reproduit tous les résultats observés avec exactitude. Mais il semble que l'on doive en écarter ceux où la variation de la courbe a été très rapide et s'est prolongée jusque vers la fin; quoique, à ce moment, les écarts avec des courbes plus régulières ne soient pas extrêmement grands. En raison de ces variations et de la brièveté de l'espace parcouru, ce genre d'expériences ne comporte pas la même précision que les mesures faites sur la vitesse de l'onde explosive dans les mélanges de gaz combustibles et d'oxygène, par d'autres méthodes et dans des tubes quatre-vingts fois aussi longs.

» Quoi qu'il en soit, d'après le Tableau précédent, la propagation de la détonation de l'acétylène s'effectue avec une vitesse qui croît avec la pression, soit de 1000^m à 1600^m par seconde, lorsque la pression passe de 5^{kg} à 30^{kg}.

» La propagation de la détonation s'est toujours effectuée avec une

vitesse croissante, sans être encore réduite cependant à cette uniformité observée dans les systèmes gazeux formés de corps combustibles et d'oxygène.

» Sans doute, la longueur des tubes était trop petite pour assurer une semblable uniformité. Mais il y a aussi d'autres différences essentielles.

» C'est ici le lieu d'insister sur les caractères fondamentaux de l'onde explosive, lesquels la distinguent de l'onde sonore et plus généralement des ondes provoquées au sein d'un fluide par une impulsion originelle unique et non renouvelée. La vitesse de ces dernières ondes est fonction de l'énergie de l'impulsion première : l'onde qui se propage possède une force vive limitée, définie par cette vitesse et la masse de la matière en mouvement comprise dans la longueur d'une onde. Cette force vive initiale de la masse fluide ne peut aller qu'en diminuant, par suite de la communication du mouvement aux corps environnants. Elle est, en général, trop petite pour élever par compression la température du fluide vibrant jusqu'au degré où il deviendrait lumineux.

» L'onde explosive répond à des phénomènes tout différents. L'impulsion originelle détermine dans le fluide qui la subit une transformation chimique, développant une force vive incomparablement plus grande et qui croît continuellement à mesure que l'onde se propage, car le nombre des molécules qui en sont animées *simultanément* va sans cesse en augmentant. Une portion de la force vive emmagasinée par la matière comprise dans une longueur d'onde est employée à reproduire, sur la tranche de matière suivante, les conditions mécaniques et, spécialement, la compression qui provoquent la transformation chimique de cette tranche. Une autre portion de la force vive se manifeste sous forme de chaleur, qui rend lumineux les gaz résultant de la transformation. Par suite, l'énergie totale, évaluée à la fois sous forme de mouvements mécaniques et de chaleur, croît continuellement à mesure que l'onde se propage, et cela proportionnellement à la masse chimiquement transformée. Celle-ci conserve son éclat lumineux jusqu'au moment où la chaleur qu'elle renferme a été en partie dissipée, en se répartissant dans les corps environnants, par conductibilité, rayonnement, convection; dans le cas d'explosion, on doit ajouter : par détente subite des gaz comprimés.

» En ce qui touche la détonation de l'acétylène, comparée à celle des mélanges combustibles, il convient d'expliquer comment les conditions

de répartition de la chaleur entre les produits, ainsi que les conditions de propagation de l'onde elle-même ne sont pas exactement comparables avec celles d'un mélange gazeux fournissant uniquement des produits gazeux. En effet, au sein d'un mélange gazeux homogène, l'onde explosive se produit dans un système dont toutes les molécules tendent à être animées d'une même force vive, incessamment régénérée par le fait même de la transformation chimique. Les réactions de compression et de dilatation, tant au point de vue calorifique qu'au point de vue dynamique, s'effectuent sur tous les corps mis en présence suivant les mêmes procédés, en raison de l'état gazeux qui leur est commun. Or, il en est autrement de la détonation de l'acétylène, car elle produit un mélange de deux éléments dont l'état physique est dissemblable : l'un gazeux, l'hydrogène, qui obéit aux lois thermodynamiques des fluides élastiques; l'autre solide, le carbone, presque incompressible et fonctionnant à peu près à la façon d'un gaz supposé réduit à son covolume : par conséquent le carbone est incapable d'emmagasiner la force vive, comme le ferait un gaz dans son état de fluide élastique.

» Ce n'est pas tout : un semblable système, de constitution essentiellement hétérogène, ne saurait conserver son homogénéité; les communications de chaleur et de force vive s'y font suivant de tout autres lois que dans un système entièrement gazeux.

» En raison de ces circonstances, l'onde explosive de l'acétylène ne saurait présenter exactement les mêmes caractères que celle d'un mélange d'hydrogène et d'oxygène, ou de tout autre mélange gazeux combustible. On trouve à cet égard une indication remarquable dans le caractère éminemment brisant de l'explosion de l'acétylène, aucun tube de verre n'y ayant résisté au delà d'un mètre et le plus ordinairement d'un demi-mètre de longueur, lors de nos expériences. Au delà ils ont été constamment pulvérisés; tandis que nous avons pu faire détoner les mélanges d'oxygène et d'acétylène, pris à diverses pressions, sous les mêmes longueurs, les tubes de verre ayant d'ordinaire résisté. Il en était de même pour le mélange tonnant d'hydrogène et d'oxygène sous une longueur de 43^m, dans les expériences de MM. Berthelot et Vieille.

» Cette différence s'explique si l'on remarque que les combustions d'hydrogène et de gaz hydro-carbonés, mêlés d'oxygène, produisent de l'eau et de l'acide carbonique, en partie dissociés au moment et à la température de l'explosion, et complétant progressivement leur combinaison et les phénomènes thermodynamiques dont elle est accompagnée,

pendant les premiers instants du refroidissement, ce qui tempère la violence du choc initial; tandis que la détonation de l'acétylène le résout brusquement et du premier coup en carbone et hydrogène libres.

» En définitive, on voit, par ces développements, que la propagation de l'explosion dans un gaz composé endothermique, tel que l'acétylène, réduit par là en ses éléments, peut avoir lieu avec une vitesse de 1000^m à 1600^m par seconde, en vertu des mêmes transformations thermodynamiques et chimiques qui provoquent la production de l'onde explosive : elle présente des caractères du plus haut intérêt pour les théories générales de la Mécanique chimique. »

M. **Henri Moissan** est heureux de transmettre à l'Académie une dépêche qu'il vient de recevoir de M. *Dewar*, de Londres. Cette dépêche est ainsi conçue :

« L'hydrogène se solidifie en écume blanche ou en une masse semblable à un verre transparent. L'hydrogène solide fond à environ 16° au-dessus du zéro absolu. L'hélium pur change d'état lorsqu'il est refroidi au moyen de l'hydrogène solide et sous une pression de 8 atmosphères. Des graines refroidies dans de l'hydrogène liquide conservent toutes la propriété de germer. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **A. Baudouin** adresse, pour le concours du prix Leconte, un Mémoire intitulé : « L'éther, sa nature, ses vibrations différentes; chaleur, lumière, électricité ».

(Renvoi à la Commission du prix Leconte.)

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE. — *Découverte d'une nouvelle planète à l'Observatoire de Paris.* Lettre de M. **Jean Mascart** à M. le Secrétaire perpétuel.

« J'ai l'honneur de vous informer que j'ai pu, dans la nuit du 26 au 27 août, observer une nouvelle planète EP à l'Observatoire de Paris, équatorial de la tour de l'Ouest.

» J'ai pu faire quatre observations complètes de cette planète, de grandeur 11-11,5; n'ayant pas eu le temps d'achever les calculs de réduction de toutes ces observations, résultats que je publierai ultérieurement, je me permets de vous adresser les positions de cet astéroïde dans les deux observations extrêmes.

Le 26 août à $10^h 33^m 3^s$ temps moyen de Paris.	Ascension droite apparente....	$21^h 29^m 18^s,55$
	Distance polaire apparente....	$96°4'44'',5$
Le 26 août à $14^h 24^m 8^s$ temps moyen de Paris.	Ascension droite apparente....	$21^h 29^m 10^s,81$
	Distance polaire apparente....	$96°5'35'',4$

ASTRONOMIE. — *Les Perséides en* 1899. Note de M. C. **Flammarion**, présentée par M. Bouquet de la Grye.

« L'observation des Perséides a été faite cette année, à l'observatoire de Juvisy, par MM. E. Antoniadi et G. Mathieu, qui, du 10 au 13 août, ont enregistré 339 météores. J'ai l'honneur de présenter aujourd'hui à l'Académie les observations du 10 août.

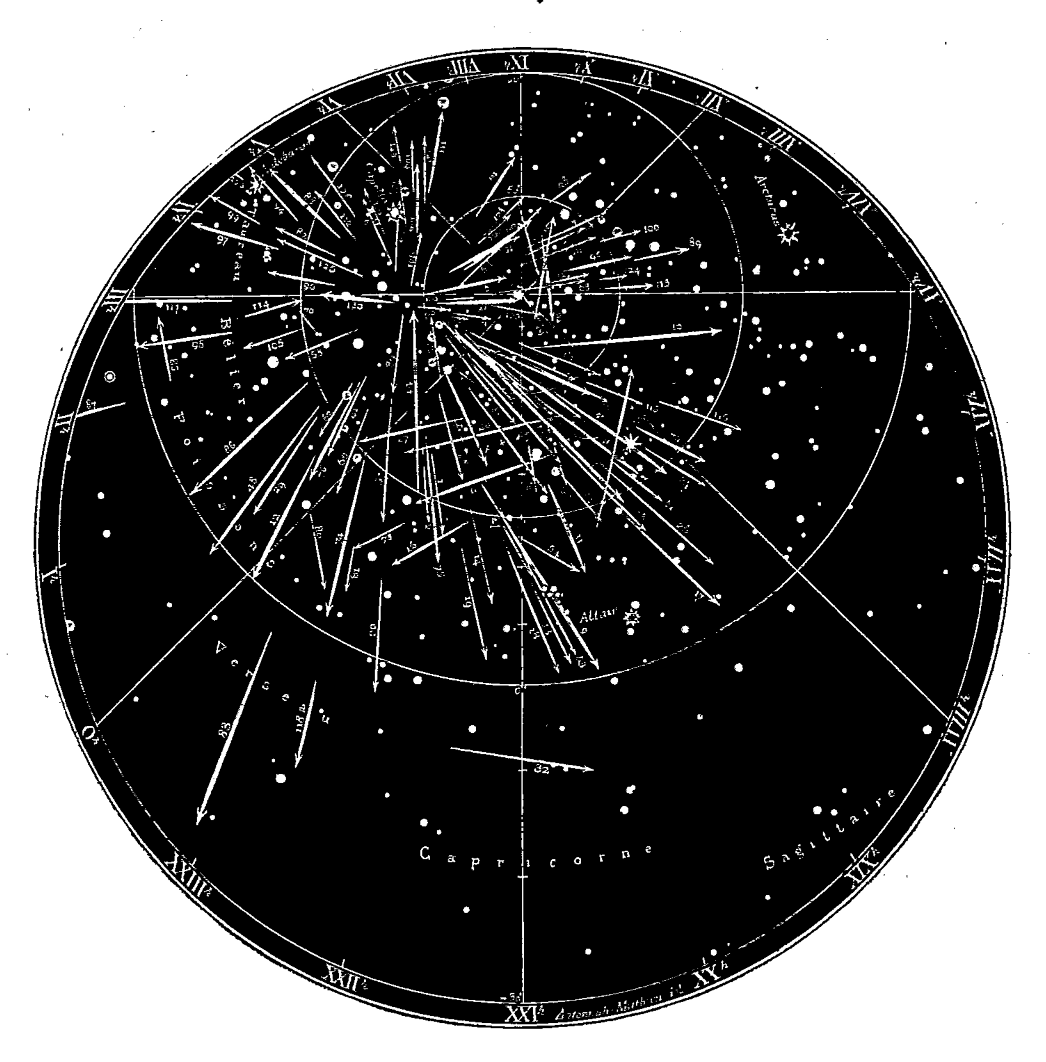
» Le Tableau suivant, qu'accompagne la figure ci-jointe, donne la liste de toutes les étoiles filantes dont les trajectoires ont pu être déterminées cette nuit-là.

Nos.	Heure, temps moyen de Paris.	Gr.	Lieu d'apparition. α.	Lieu d'apparition. δ.	Lieu de disparition. α.	Lieu de disparition. δ.	Obs.	Nos.	Heure, temps moyen de Paris.	Gr.	Lieu d'apparition. α.	Lieu d'apparition. δ.	Lieu de disparition. α.	Lieu de disparition. δ.	Obs.
	h m s		h m	°	h m	°			h m s		h m	°	h m	°	
1....	9.12.30	4	22.58	+40	22.17	+23	M	19....	10. 9	4	21.54	+23	21.29	+ 4	A
2....	9.13	4	23.16	+42	22.36	+25	M	20....	10.10.30	3 ½	22.43	+12	22.25	— 5	A
3....	9.25	1 ½	1.30	+66	19.12	+29	AM	21....	10.15	4 ½	1.54	+66	0.49	+78	A
4....	9.34	3 ½	23.20	+58	20.34	+36	M	22....	10.19	2	0.10	+63	20.11	+42	A
5....	9.36 ±	3 ½	3.30	+72	9.43	+63	M	23....	10.19	3 ½	0.50	+69	18.40	+60	A
6....	9.40	2 ½	19.52	+44	22.49	+28	A	24....	10.23.30	5 ½	20.23	+52	21. 6	+48	AM
7....	9.41	3 ½	22. 0	+69	19.23	+51	M	25....	10.25	4 ½	19.30	+45	18.38	+10	A
8....	9.44	3 ½	3. 0	+58	5.58	+84	A	26....	10.30	5 ½	19. 0	+44	19.53	+47	A
9....	9.46	2	21.45	+37	20.14	+ 2	AM	27....	10.32	2 ½	22.40	+49	0.10	+31	AM
10....	9.49	1 ½	20.20	+73	15.40	+35	A	28....	10.37.15	2	0.36	+58	21.51	+42	AM
11....	9.50	2 ½	20.29	+39	20.11	+17	M	29....	10.41	3 ½	0.57	+26	0.25	+ 8	A
12....	9.51	1 ½	0.30	+22	23.55	+ 1	A	30....	10.43	2 ½	19. 0	+81	10.40	+65	A
13....	9.54	4	20.53	+17	20.28	+ 3	AM	31....	10.43.15	4	8.42	+79	12.17	+63	A
14....	9.55	5	21.58	+32	21.22	+14	A	32....	10.46.15	4	21.32	— 8	20.28	—11	A
15....	9.59	3 ½	21.51	+28	22.40	+15	AM	33....	10.49	2	19.50	+25	17.21	+51	AM
16....	10. 2	2 ½	21.24	+65	18.48	+31	AM	34....	10.50	?	20.17	+42	19.40	+27	M
17....	10. 6	3	19.18	+26	18.53	+ 5	A	35....	10.51	3 ½	0. 0	+55	2. 0	+61	A
18....	10. 9	2 ¼	21.20	+26	20.43	+ 2	A	36....	10.51	?	9. 0	+80	11.50	+62	M

Nos.	Heure, temps moyen de Paris.	Gr.	Lieu d'apparition. α.	Lieu d'apparition. δ.	Lieu de disparition. α.	Lieu de disparition. δ.	Obs.
	h m s		h m	°	h m	°	
37....	10.52.45	4 ½	2.26	+53	0.30	+46	A
38....	10.54	3 ½	20. 4	—34	20. 8	+48	AM
39....	11. 1	2 ½	1.38	+64	21.10	+55	A
40....	11. 3.15	1	2.35	+63	0. 0	+88	A
41....	11. 7	2	1.10	+39	0.12	+26	A
42....	11.13	?	9.20	+73	13.30	+56	M
43....	11.14	2	1. 3	+28	0.24	— 2	AM
44....	11.16	2 ½	22.52	+32	2 20	+57	AM
45....	11.16.30	3 ½	23.40	+72	18.30	+54	AM
46....	11.21	2 ½	20.42	+65	18.23	+29	AM
47....	11.26.30	5	21.34	+33	20.52	+19	A
48....	11.29	3	23.38	+52	22.10	+37	AM
49....	11.31	2 ½	19.43	+53	23.28	+36	AM
50....	11.38	?	3.40	+52	5.17	+48	M
51....	11.38.30	3 ½	19.18	+43	18.46	+23	A
52....	11.41.30	3 ½	20.44	+36	20.50	+47	A
53....	11.44	2	21.57	+39	20.23	+ 4	A
54....	11.46.30	4	21. 6	+26	20.15	+18	AM
55....	11.49	3	22. 6	+71	18.34	+48	AM
56....	11.51	2 ½	1. 0	+65	21. 8	+59	AM
57....	11.53	3	0.26	+43	23. 2	+22	A
58....	11.53	3 ½	2.11	+40	2. 6	+26	A
59....	11.56	3	0.34	+33	23.52	+21	AM
60....	11.58	1 ½	0.38	+68	20.48	+52	AM
61....	12. 0	3	22.51	+68	20. 5	+51	A
62....	12. 2	4	1.10	+37	0.44	+26	A
63....	12. 3	5	3.15	+84	14.21	+73	A
64....	12. 3	?	21.12	+75	18. 2	+55	M
65....	12. 5.30	5 ½	1.50	+66	1.30	+71	A
66....	**12.15.42**	**—5**	**1.18**	**+65**	**21. 0**	**+62**	**AM**
67....	12.16. ?	4 ½	"	"	"	"	A
68....	12.16	5	"	"	"	"	A
69....	12.24	?	3.50	+52	5.10	+38	M
70....	12.36	5	2.20	+32	2.49	+30	A
71....	12.42	4 ½	23. 0	+50	22.19	+42	A
72....	12.48	2	1.30	+63	0.27	+65	AM
73....	12.50	4 ½	22.45	+24	23.10	+14	A
74....	12.53.30	1 ½	0. 0	+30	23. 9	+ 4	AM
75....	13. 1	2 ½	23.16	+43	22.12	+18	AM
76....	13. 1	2 ¼	1. 0	+37	0.19	+18	AM
77....	13. 5.15	4	8.50	+62	11.26	+82	A
78....	13. 8	2 ½	20.19	+48	19.11	+22	AM
79....	13.11	2 ½	18.17	+41	17.48	+24	A
80....	13.12	?	0. 0	+14	23.16	+ 7	M
81....	13.12	?	23.14	+14	23. 0	+ 8	M
82....	13.14	3	3.42	+34	3.49	+23	AM
83....	13.16	2 ½	23.27	— 3	23.10	—23	A
84....	13.17	?	18.26	+36	18. 6	+22	M
85....	13.18.30	3	2. 4	+ 4	2.45	+ 4	A
86....	13.19.45	2	1.37	+28	0.55	+ 1	A
87....	13.24	?	21.58	— 5	22. 0	—12	M
88....	13.24.45	1 ½	4.20	+35	4.52	+18	A
89....	13.27	?	13.54	+54	14.17	+42	M
90....	13.30.30	2	4.40	+71	9.18	+64	A
91....	13.34	3	7.20	+61	8.48	+50	A
92....	13.37	2 ½	10. 5	+71	17.44	+77	A
93....	13.38	?	10.20	+62	11. 0	+49	M
94....	13.40	?	4. 8	+26	4.39	+14	M
95....	13.40	2 ¾	12.50	+75	13.52	+56	A
96....	13.42	3	3.14	+37	3.21	+24	A
97....	13.43.30	2 ½	3.46	+22	3.52	+12	AM
98....	13.44.30	2 ¼	2.36	+16	2.32	et 0	AM
99....	13.45.30	?	3.58	+18	4.16	+ 9	M
100....	13.46	4 ½	12.42	+62	13.17	+52	A
101....	13.48.45	1 ½	4.20	+69	8.32	+72	AM
102....	13.51	5	6.21	+68	8.21	+63	A
103....	13.51	?	4.32	+13	4.42	+ 4	M
104....	13.53	2	5. 0	+55	6.27	+43	A
105....	13.53	?	2.26	—30	2.20	+18	M
106....	13.57	4	3.35	+56	5. 7	+50	A
107....	14. 2.30	3	4.10	+ 8	4.28	— 3	A
108....	14. 4	4 ½	1.21	+82	18. 0	+82	A
109....	14. 4	?	5.35	+49	6.37	+38	M
110....	14. 5.30	4 ½	4.34	+47	5. 9	+37	A
111....	14. 6.30	2 ½	6. 8	+51	7.28	+33	AM
112....	14. 8	?	4.27	+38	4.47	+28	M
113....	14. 8.30	3 ¼	14.45	+64	14.45	+51	A
114....	14. 9	?	2.49	+17	2.52	+30	M
115....	14.10	4	18.40	+59	17.49	+44	A
116....	14.12.30	4	17.30	+42	17.12	+22	A
117....	14.14	1 ½	2.56	+16	2.58	— 4	AM
118....	14.14.15	3	22.50	— 7	22.41	—14	A
119....	14.16	5	2.40	+66	2.40	+74	A
120....	14.17	?	2.30	+58	2.10	+63	M
121....	14.19	3	5.40	+51	6.53	+39	A
122....	14.20	4	13.40	+80	14. 2	+68	A
123....	14.22	4 ½	6.17	+42	6.30	+31	A
124....	14.23	3 ½	14.19	+67	14.24	+59	A
125....	14.25	3 ½	3.33	+43	3.54	+26	A
126....	14.26	3 ¼	4.53	+37	5. 9	+24	A
127....	14.27	4 ½	5.19	+48	5.49	+43	A
128....	14.28.15	4 ½	7. 2	+67	9. 3	+60	A
129....	14.31	4 ½	18.27	+76	7.10	+88	A
130....	14.43	0 ¾	2.54	+53	2.58	+36	A

» Le n° 66 est un bolide, d'un éclat bien supérieur à Vénus, et qui a éclaté dans

Céphée. Son mouvement était assez rapide, et il venait de Persée. Il était d'un blanc bleuâtre, laissant derrière lui une traînée qui a duré 30ˢ.



» La moyenne horaire du nombre d'étoiles filantes a été, le 10 août, de 18,9, avec un maximum de 25, de $13^h 15^m$ à $14^h 15^m$. Il y a eu 110 Perséides et 20 météores provenant d'autres radiants, les nᵒˢ 6, 15, 24, 26, 27, 30, 32, 33, 35, 38, 44, 49, 52, 54, 70, 73, 77, 85, 92, 114 et 129.

» Je présenterai prochainement les observations des 11, 12 et 13. »

ACOUSTIQUE. — *Sur les battements des sons donnés par les cordes.* Note de M. C. **Maltézos**, présentée par M. A. Cornu.

« On sait que les cordes exécutent des vibrations transversales donnant des battements. Si l'on considère une corde très mince et sans rigidité, l'équation différentielle des vibrations transversales est

$$(1) \qquad T\frac{d^2x}{dz^2} = \rho\sigma\frac{d^2x}{dt^2},$$

en désignant par ρ la densité, T la tension de la corde, σ sa section ; d'où l'on tire, pour le nombre des vibrations par seconde,

$$N = \frac{1}{2L}\sqrt{\frac{T}{\rho\sigma}},$$

L étant la longueur de la corde. Cette équation n'explique pas les battements.

» J'ai voulu voir si, en faisant entrer dans le calcul la rigidité de la corde, on aurait l'explication de ce phénomène. Alors, en prenant pour axes des x et des y les deux axes principaux d'inertie de la section, l'équation différentielle devient

$$(2) \qquad T\frac{d^2x}{dz^2} - EI_1\sigma\frac{d^4x}{dz^4} = \rho\sigma\frac{d^2x}{dt^2},$$

où I_1 désigne le moment d'inertie de la section droite de la corde par rapport à l'axe des x, et E le coefficient d'élasticité. On en tire, pour le nombre des vibrations par seconde,

$$N_1 = \frac{1}{2L}\sqrt{\frac{T}{\rho\sigma} + \frac{\pi^2 EI_1}{\rho L^2}} = N\sqrt{1 + \frac{\pi^2 EI_1\sigma}{TL^2}};$$

comme le second terme du binome sous le radical est très petit par rapport à l'unité, on peut prendre

$$N_1 = N\left(1 + \frac{\pi^2 EI_1\sigma}{2TL^2}\right).$$

Supposons maintenant que la section de la corde n'est pas un cercle ou un carré, ce qui est tout naturel à cause des déformations; alors le moment

d'inertie par rapport à l'axe des y est I_2, différent de I_1, et l'on aurait, dans le plan des yz,

$$N_2 = N\left(1 + \frac{\pi^2 E I_2 \sigma}{2 T L^2}\right),$$

d'où

$$N_2 - N_1 = \frac{\pi^2 E (I_2 - I_1)}{4 L^3} \sqrt{\frac{\sigma}{T\rho}}.$$

Donc, le nombre des battements est : 1° proportionnel à la racine carrée de la section; 2° inversement proportionnel au cube de la longueur de la corde; 3° inversement proportionnel à la racine carrée de la tension; enfin, il dépend de la nature et de l'élasticité de la corde.

» En faisant l'expérience, j'ai vérifié la troisième loi, mais la loi des longueurs est d'autre nature, comme on peut en juger par les nombres suivants :

$L = 1000^{mm}$	900^{mm}	800^{mm}	500^{mm}
$N_2 - N_1 = \frac{5}{6}$	1	$\frac{5}{4}$	1,8

» Ce Tableau nous montre que le nombre des battements par seconde n'est pas inversement proportionnel au cube de la longueur de la corde, mais qu'il est *presque* (¹) inverse à la longueur.

» Nous en concluons qu'on ne peut pas, par la rigidité seule, expliquer le phénomène des battements des sons des cordes. Il ne reste donc qu'à chercher la cause principale de ce phénomène dans l'élasticité différente suivant deux directions perpendiculaires de la section droite de la corde. J'espère que j'aurai l'occasion de revenir une autre fois sur le mode d'action de cette cause. »

La séance est levée à 3 heures et demie.

J. B.

(¹) Pour ces expériences, la loi empirique est donnée par la formule

$$N_2 - N_1 = \frac{1}{AL + BL^2 + CL^3}$$

avec $A = 0,00195$, $B = -0,000002573$, $C = 0,00000000182$.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 21 aout 1899.
(*Suite.*)

Société industrielle de Mulhouse. Programme des prix proposés en assemblée générale le 31 mai 1899, à décerner en 1900. Mulhouse, impr. Vve Bader et Cie, 1899; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse. Bul. de mai-juin, juillet 1899. Mulhouse-Paris, 1899; 1 vol. in-8°.

Direccion general de estadistica, a cargo del Dr Antonio Penafiel. *Censo general de la Republica Mexicana verificado el 20 octubre de 1895. Censo del estado de Oaxaca. Censo del estado Michoacan. Censo del estado de Mexico.* Mexico, 1899; 3 fasc. in-4°. (Hommage de M. Antonio Penafiel.)

Informaciones y memorias de la Sociedad de Ingenieros del Peru. Vol. I, nor 1 y 2. Lima, 1899; 1 fasc. in-12.

Ouvrages reçus dans la séance du 28 aout 1899.

Dictionnaire de l'ancienne langue française et de tous ses dialectes, du IXe *au* XVe *siècle,* par Frédéric Godefroy. Fasc. 94 (orfraie-perméable). Paris, Émile Bouillon, 1899; 1 fasc. in-4°.

Vie physique de notre planète devant les lumières de la Science contemporaine, par A. Klossovsky. Odessa, 1899; 1 fasc. in-8°.

Temperature di Catania e dell' Etna ottenute col metodo delle differenze. Nota di F. Eredia. Catania, 1899; 1 opuscule in-8°.

Principali fenomeni eruttivi avvenuti in Sicilia e nelle isole adiacenti, nel semestre luglio-dicembre 1898. Nota di S. Arcidiacono. In Modena, 1899; 1 fasc. in-8°.

Riassunto della sismografia del terremoto Calabro-Siculo del 16 novembre 1894. Note del socio Annibale Ricco. Roma, 1899; 1 fasc. in-8°.

Calcolo preliminare della differenza di longitudine tra Catania e Palermo e determinazione delle anomalie di gravita in Catania. Nota di A. Ricco, T. Zona e G. Saija. Catania, tip. Galatola, 1899; 1 fasc. in-4°.

Sulla frequenza e distribuzione in latitudine delle macchie solari, osservate

al R. Osservatorio astrofisico di Catania nel 1898. Nota di A. Mascari; 1 fasc. in-4°.

Sulle protuberanze solari osservate al R. Osservatorio di Catania nel 1898. Nota di A. Mascari. Catania, 1899; 1 fasc. in-4°.

Roscoe-Schorlemmer's ausführliches Lehrbuch der Chimie, von Jul.-Wilh. Brühl. VII Bd. *Die Kohlenwasserstoffe und ihre Derivate oder organische Chimie.* V. Theil, bearbeitet in gemeinschaft mit Edvard Hjelt und Ossian Aschan. Braunschweig, Friedrich Vieweg und Sohn, 1899; 1 vol. in-8°. (Hommage des Auteurs.)

Sitzungsberichte der königlich-preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin. XXIII-XXXVIII, Mai-Juli, 1899. Berlin, 1899; 10 fasc. in-8°.

Philosophical transactions of the Royal Society of London. Vol. 187 (A) (B), 1896; Vol. 188 (A), 1896; Vol. 188 (B), 1897; Vol. 189 (A) (B), 1897; Vol. 190 (A), 1897; Vol. 190 (B), 1898; Vol. 191 (A), 1898. London; 9 vol. in-4°.

United States geological Survey. Charles-D. Walcott, director : *Eighteenth annual report* 1896-97; Part I, III, IV. *Nineteenth annual report* 1897-98; Part I, IV, VI and VI continued. 6 vol. in-4°.

The quarterly journal of the geological Society. Vol. LV, part III, n° 219. London, Longmans, Green and C°, 1899; 1 vol. in-8°.

Comptes rendus des travaux spéciaux de l'Institut vétérinaire à Kharkoff, 1896-1898. Tome V. Kharkoff, 1898; 1 vol. in-8°.

Anales de la Sociedad cientifica argentina. Julio 1899, entrega I, tomo XLVIII. Buenos Aires, 1899; 1 fasc. in-8°.

Linguo internacia, gazeto por la linguo esperanto. N° 1. Upsala, 1899; 1 fasc. in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 4 SEPTEMBRE 1899,

PRÉSIDÉE PAR M. MAURICE LÉVY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Swift* (1899, *a*), *faites, au grand équatorial de l'observatoire de Bordeaux, par MM.* G. Rayet et A. Féraud. Note de M. G. **Rayet**.

Comète Swift (1899, *a*).

Dates. 1899.		Étoiles.	Temps sidéral de Bordeaux.	Δα comète.	ΔⱣ comète.	Observateurs.
			h m s	m s	′ ″	
Mai	18	1	15.27.23,57	−1.30,31	+ 7. 1,26	G. Rayet
	30	2	14.19.10,52	+2.12,64	−11.23,60	A. Féraud
	31	3	13.57.49,88	−3.59,77	+ 1.59,40	A. Féraud
Juin	2	4	14.31.57,47	−2. 5,14	− 6.59,63	G. Rayet
	3	5	14.43.52,95	−0.52,13	−12. 5,28	G. Rayet
	5	6	14.30. 9,22	+0.46,38	+14.16,37	G. Rayet
	6	7	17. 2.23,20	+1.10,79	− 3.59,61	A. Féraud

Dates. 1899.	Étoiles.	Temps sidéral de Bordeaux.	Δα comète.	ΔP comète.	Observateurs.
		h m s	m s	′ ″	
13.....	8	16. 9.19,64	−2.49,10	— 3.56,42	G. Rayet
14.....	9	16. 2.18,78	+3. 3,77	+ 1.21,16	G. Rayet
16.....	10	15.23.36,94	−2.12,95	— 6.52,24	A. Féraud
25.....	11	16.37.15,20	+1.32,53	— 1.29,71	G. Rayet
26.....	12	16.33.33,56	−2.10,66	— 0.19,75	G. Rayet
27.....	13	16.59.17,01	+2.49,23	+ 3. 1,64	G. Rayet
Juillet 4.....	14	17.33.21,52	−1.35,12	+15.45,54	G. Rayet
5.....	15	16.45.26,66	+1.47,22	+ 5. 5,33	A. Féraud
7.....	16	16.47.23,68	+1.21,13	— 0.40,82	A. Féraud
8.....	17	17.18.21,02	−2. 0,04	+ 9.58,54	A. Féraud
9.....	18	17.25. 2,03	+2.23,46	— 0.32,16	G. Rayet
13.....	19	17.42.21,05	+0.53,69	— 0.13,09	G. Rayet
14.....	20	18. 7.16,92	−1.30,67	+ 1.44,22	G. Rayet
15.....	21	18.25.14,50	+2. 8,56	— 2.19,23	G. Rayet

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1899,0.

Étoiles.	Catalogue et autorité.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.
		h m s	s	° ′ ″	″
1...	Battermann 1895, 1541	22.36. 5,06	+1,54	46.15. 4,0	+ 3,69
2...	½ [A.O. 18722. — A.G. Hels. Gotha 10020]	18.49. 8,36	+2,90	32.53.46,9	+ 7,06
3...	¼ [Groomb. 2609. — A.O. 18397-8. — Rad. 3978. — A.G. Hels. Gotha 9856]	18.30.50,04	+3,00	33. 1.54,0	+ 6,69
4...	A.G. Hels. Gotha 9436	17.42. 1,25	+3,19	34.48. 3,2	+ 5,82
5...	A.G. Camb. U.S. 5239	17.19.54,35	+3,24	36. 3.14,5	+ 5,26
6...	A.G. Cambridge U.S. 5072	16.42.28,98	+3,29	38.24.14,2	+ 4,48
7...	½ [A.O. 16245. — A.G. Bonn 10554]	16.25.49,72	+3,31	40.21.48,5	+ 4,54
8...	½ [Paris III 19126.—A.G. Lund. Z. 6,26,28]	15.20.31,97	+3,22	51.27. 6,2	+ 3,61
9...	½ [B.B. VI+37°, 2617.—A.G. Lund.Z. 19, 21]	15. 8.27,97	+3,19	52.47.30,2	+ 3,69
10...	½ [Paris II 18709.— A.G. Leyde Z. 42, 178]	15. 3. 2,04	+3,18	55.38.44,9	+ 3,88
11...	⅓ [Paris III 17936.—A.G. Camb. Eng. 6892. — A.G. Berlin 5104]	14.30.14,95	+3,06	65. 7. 8,9	+ 5,16
12...	½ [Paris III 17980. — A.G. Berlin B. 5112]	14.31.59,07	+3,06	65.56.16,7	+ 5,18
13...	B.D. + 23°, 2700	14.25.10	+3,03	66.44	+ 5,46
14...	½ [Paris III 17709.— A.G. Berlin A. 5210]	14.20.21,29	+2,98	71.17.16,8	+ 6,09
15...	A.G. Berlin A. 5190	14.16. 6,41	+2,96	72. 1.44,5	+ 6,41
16...	⅓ [$Pulk_1$ 2117.—$Pulk_2$ 3203—A.G. Berlin A. 5187]	14.14.58,77	+2,95	73.13.51,6	+ 6,57
17...	Observation méridienne Bordeaux	14.16.38,54	+2,94	73.35.17,9	+ 6,51
18...	½ [Paris III 17528. — A.G. Berlin A. 5174]	14.12.38,73	+2,93	74.16.10,1	+ 6,77
19...	$Weisse_1$ H. XIV 172	14.12.18,78	+2,89	76. 7.42,4	+ 7,07
20...	⅓ [$Pulk_1$ 2115.—$Yarn_3$ 6022.—Glasg. 3549]	14.14.22,82	+2,90	76.31.44,9	+ 7,03
21...	$Weisse_1$ H. XIV 132	14.10.26,03	+2,87	77. 1.12,8	+ 7,27

Positions apparentes de la comète Swift (1899, *a*).

Dates. 1899.	Temps moyen de Bordeaux.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parall.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parall.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Mai 18...	11.41.39,16	22.34.36,29	$-\bar{1},748$	46.22. 9,0	$-0,762$
30....	9.46.26,34	18.51.23,90	$-\bar{1},864$	32.42.30,4	$-0,136$
31....	9.21.13,30	18.26.53,27	$-\bar{1},859$	33. 4. 0,1	$-0,128$
Juin 2....	9.47.23,48	17.39.59,30	$-\bar{1},735$	34.41. 9,4	$-\bar{2},079$
3....	9.55.21,10	17.19. 5,46	$-\bar{1},653$	35.51.14,5	$+\bar{1},500$
5....	9.33.47,80	16.43.18,65	$-\bar{1},575$	38.38.35,1	$+\bar{1},290$
6....	12. 1.40,93	16.27. 3,82	$+\bar{1},000$	40.17.53,4	$+\bar{1},856$
13....	10.40.57,49	15.17.46,09	$+\bar{1},075$	51.23.13,4	$-0,011$
14....	10.30.19,05	15.11.34,93	$+\bar{1},068$	52.48.55,1	$-0,093$
16....	9.43.51,73	15. 0.52,27	$+\bar{2},708$	55.31.56,5	$-0,195$
25....	10.21.54,71	14.31.50,54	$+\bar{1},382$	65. 5.44,4	$-0,530$
26....	10.14.17,76	14.29.51,47	$+\bar{1},377$	65.56. 2,1	$-0,544$
27....	10.36. 1,08	14.28. 2	$+\bar{1},449$	66.47. »	$-0,577$
Juillet 4....	10.42.28,65	14.18.49,15	$+\bar{1},524$	71.33. 8,4	$-0,664$
5....	9.50.45,71	14.17.56,59	$+\bar{1},428$	72. 6.56,2	$-0,642$
7....	9.44.50,59	14.16.22,85	$+\bar{1},431$	73.13.17,4	$-0,660$
8....	10.11.46,94	14.14.41,44	$+\bar{1},498$	73.45.23,0	$-0,665$
9....	10.14.30,94	14.15. 5,12	$+\bar{1},516$	74.15.44,7	$-0,688$
13....	10.16. 3,49	14.13.15,36	$+\bar{1},539$	76. 7.36,4	$-0,711$
14....	10.36.59,37	14.12.55,05	$+\bar{1},568$	76.33.36,2	$-0,725$
15....	10.50.58,10	14.12.37,46	$+\bar{1},592$	76.59. 0,8	$-0,739$

» Dans les derniers jours de mai, la partie brillante de la comète a la forme d'un V dont la pointe, formant un noyau de 8e grandeur, est dirigée vers le Soleil. La nébulosité totale est ronde, avec diamètre d'environ 8′.

» En juin et juillet, la comète a progressivement faibli sans changer notablement de forme. Le 15 juillet, elle présentait une nébulosité ronde, d'environ 3′ de diamètre, avec noyau diffus excentré.

» Les observations actuelles font suite à celles qui ont été publiées dans les *Comptes rendus* du 27 mars. »

CORRESPONDANCE.

M. le **Directeur de l'« Instituto y observatorio de Marina de San Fernando »** adresse à l'Académie la Lettre suivante :

« Septembre 1899.

» L'éclipse totale du Soleil du 27 mai 1900 étant visible en Espagne, le Ministre de la Marine s'est adressé au Ministre des Finances en vue d'obtenir l'admission, en fran-

chise de tous droits, des instruments des astronomes étrangers qui pourraient venir dans notre pays pour l'observation du phénomène.

» Je serai très heureux d'être informé des noms des personnes ou des missions qui projettent une expédition, de la date probable de leur arrivée, et de la douane où ils comptent délivrer leurs instruments, afin de pouvoir rendre tous les services en mon pouvoir et faire accorder toutes les facilités pour la prompte délivrance des appareils et des instruments. »

Cette Lettre est renvoyée à la Section d'Astronomie.

ASTRONOMIE. — *Observations de la planète* EP (*J. Mascart,* 1899 *août* 26) *faites à l'observatoire de Besançon, avec l'équatorial coudé, par M.* Chofardet. Note de M. **L.-J. Gruey**, transmise par M. Lœwy.

Dates. 1899.	Étoiles de Comparaison.	Grandeur.	Planète. — Étoile. Ascension droite.	Distance polaire.	Nombre de comparaisons.
			m s		
Août 29	*a*	9,7	−0.57,93	− 4′. 1″,6	6:6
29	*a*	9,7	−0.59,18	− 3.52,4	12:9
30	*b*	10	+1. 2,54	− 1.18,1	6:6
30	*a*	9,7	−1.40,47	+ 1. 9,4	6:6
31	*b*	10	+0.22,76	+ 3.33,9	6:6
31	*a*	9,7	−2.20,19	+ 6. 1,4	6:6
Sept. 1	*c*	9	−1.55,51	− 1. 9,1	12:9
1	*b*	10	−0.29,43	+10. 5,7	12:9

Positions des étoiles de comparaison.

Étoiles de compar.	Ascension droite moyenne 1899,0.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne 1899,0.	Réduction au jour.	Autorités.
	h m s	s			
a	21.27.49,70	+4,47	96°.25′.45″,1	−23″,2	11735 Munich$_2$
a	21.27.49,70	+4,47	96.25.45,1	−23,2	»
b	21.25. 6,74	+4,47	96.28.12,7	−23,0	Anon. rapp. à ⋆ *a*
a	21.27.49,70	+4,47	96.25.45,1	−23,2	11735 Munich$_2$
b	21.25. 6,74	+4,47	96.28.12,7	−23,1	Anonyme
a	21.27.49,70	+4,47	96.25.45,1	−23,3	11735 Munich$_2$
c	21.26.40,89	+4,48	96.38.31,0	−23,2	558 Weisse$_1$
b	21.25. 6,74	+4,47	96.28.12,7	−23,1	Anonyme

Positions apparentes de la planète.

Dates. 1899.	Temps moyen de Besançon.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire.	Log. fact. parallaxe.
	h m s	h m s			
Août 29....	11.44.38	21.26.56,24	$\bar{2},937$	96°.21′.20″,3	$0,850_n$
29....	12.24.47	21.26.54,99	$\bar{1},187$	96.21.29,5	$0,848_n$
30....	10.20. 8	21.26.13,75	$\bar{2},729_n$	96.26.31,6	$0,850_n$
30....	10.20. 8	21.26.13,70	$\bar{2},729_n$	96.26.31,3	$0,850_n$
31....	7.49.12	21.25.33,97	$\bar{1},450_n$	96.31.23,5	$0,842_n$
31....	7.49.12	21.25.33,98	$\bar{1},450_n$	96.31.23,2	$0,842_n$
Sept. 1....	8.14.20	21.24.49,86	$\bar{1},383_n$	96.36.58,7	$0,845_n$
1....	12.35.30	21.24.41,78	$\bar{1},288$	96.37.55,3	$0,847_n$

La première série du 29 et celles des 30 et 31 août ont été un peu contrariées par des nuages.

ASTRONOMIE. — *Observations des Perséides faites à Athènes.* Note de M. D. Eginitis, transmise par M. Lœwy.

« Les observations des Perséides ont été favorisées, cette année, par un temps très beau et l'absence de la Lune; elles ont duré pendant quatorze jours. Trois observateurs, MM. Terzakis, Maris et Tsapekos ont tracé les trajectoires des météores observés, sur des Cartes préparées exprès.

» Voici les résultats de ces observations :

Jour.	Heure.		Nombre de météores.	Nombre horaire.	Radiants.
	h m	h m			
1 août	10. 0	13.40	12	3	$\alpha = 43°, 18°$
					$\delta = 47°, 55°$
2 »	10. 0	13.50	1	»	
3 »	10. 0	13.30	15	4	$\alpha = 35°, 34°$
					$\delta = 57°, 38°$
4 »	9.15	11.45	4	2	$\alpha = 20°, 43°$
					$\delta = 68°, 64°$
5 »	9.15	13.30	42	18	$\alpha = 15°, 40°, 43°$
					$\delta = 36°, 35°, 50°$

Jour.		Heure.		Nombre de météores.	Nombre horaire.	Radiants.
6 »	....	9.20 h m	13.30 h m	18	4	α = 44°, 43° δ = 56°, 42°
7 »	....	9.20	13.10	31	8	α = 42° δ = 57°
8 »	....	9. 0	16. 0	102	15	α = 56°, 33°, 54°, 38°, 42°, 30°, 35°, 20°, 40°, 50° δ = 48°, 60°, 67°, 47°, 60°, 58°, 56°, 59°, 52°, 52°
9 »	....	9.10	16.10	166	19	α = 45°, 46°, 36°, 40°, 43° δ = 55°, 56°, 55°, 56°, 50°
10 »	....	9.20	16.10	272	39	α = 45°, 56°, 40°, 37° δ = 57°, 57°, 57°, 58°
11 »	....	9.15	16.10	190 (1)	28	α = 42°, 33°, 55°, 50°, 32° δ = 58°, 58°, 53°, 45°, 56°
12 »	....	9.15	14.20	99	20	α = 43°, 45°, 37°, 50°, 65° δ = 58°, 57°, 57°, 52°, 46°
13 »	....	Ciel couvert.				
14 »	....	9. 0	13.30	55	12	α = 41° δ = 57°

» Les Perséides ont été plus nombreuses cette année que l'année précédente; le maximum de leur chute a eu lieu, ainsi que l'année précédente, le 10 août de 12^h à 14^h. La couleur de ces météores était, la plupart du temps, jaune, quelques-uns seulement étaient jaune rougeâtre; presque tous étaient faibles (5e grandeur) et rapides. Très souvent on les voyait apparaître par couples et le jour du maximum en essaims de 5 à 6; en général, d'après nos observations, le mode d'apparition de cet essaim présente des périodes de calme et des flux d'activité. Quelques-uns des météores observés appartiennent à d'autres essaims. Le plus grand nombre d'étoiles filantes a été observé entre minuit et le matin, comme d'ordinaire.

» Nos observations des Perséides des trois dernières années confirment ce qu'on avait déjà remarqué, que cet essaim possède un grand nombre de points radiants; la position de son centre principal d'émanation, d'où

(1) Pendant cette soirée, le ciel a été nébuleux.

est sorti le plus grand nombre des météores le jour du maximum, a été cette année $\alpha = 45^{\circ}$, $\delta = 57^{\circ}$. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur les surfaces de quatrième degré qui admettent une intégrale de différentielle totale de première espèce.* Note de M. **Arthur Berry**, présentée par M. E. Picard.

» Dans la *Théorie des fonctions algébriques de deux variables indépendantes* de MM. Picard et Simart, il y a (p. 134-136) une brève discussion des surfaces du quatrième degré qui admettent une intégrale de différentielle totale de première espèce. Ayant trouvé deux surfaces, les auteurs ajoutent qu'il n'y a pas d'autres surfaces en dehors des cônes et des transformations homographiques de ces deux surfaces. Ce résultat a été énoncé sans démonstration par M. Poincaré (*Comptes rendus*, t. XCIX, 29 décembre 1884).

» J'ai trouvé encore trois surfaces ayant la propriété dont il s'agit.

» M. Picard a réduit le problème à l'intégration des équations différentielles

$$(1) \qquad \theta_1 \frac{\partial f}{\partial x} + \theta_2 \frac{\partial f}{\partial y} + \theta_3 \frac{\partial f}{\partial z} + \theta_4 \frac{\partial f}{\partial t} = 0,$$

$$(2) \qquad \frac{\partial \theta_1}{\partial x} + \frac{\partial \theta_2}{\partial y} + \frac{\partial \theta_3}{\partial z} + \frac{\partial \theta_4}{\partial t} = 0,$$

dans lesquelles f est une fonction homogène du quatrième degré des quatre variables x, y, z, t, et les fonctions θ sont linéaires.

» On sait que l'équation (1) peut être réduite, en général, par une transformation homographique, à l'équation plus simple

$$(3) \qquad ax \frac{\partial f}{\partial x} + by \frac{\partial f}{\partial y} + cz \frac{\partial f}{\partial z} + dt \frac{\partial f}{\partial t} = 0,$$

où les quantités a, b, c, d sont racines d'une équation algébrique auxiliaire. Mais si ces racines ne sont pas toutes distinctes, la réduction n'est pas toujours possible et l'intégrale générale de l'équation (1) a ordinairement une partie logarithmique.

» En étudiant un peu minutieusement ces cas d'exception, j'ai trouvé qu'il faudrait avoir égard à *cinq* équations différentielles, à savoir : les

trois équations

$$(5)\qquad x\frac{\partial f}{\partial x}-y\frac{\partial f}{\partial y}=0,$$

$$(6)\qquad x\frac{\partial f}{\partial x}+y\frac{\partial f}{\partial y}+z\frac{\partial f}{\partial z}-t\frac{\partial f}{\partial t}=0,$$

$$(7)\qquad 3x\frac{\partial f}{\partial x}+3y\frac{\partial f}{\partial y}+z\frac{\partial f}{\partial z}-t\frac{\partial f}{\partial t}=0,$$

qui sont des cas spéciaux de (3), et les deux équations

$$(8)\qquad z\frac{\partial f}{\partial x}+t\frac{\partial f}{\partial y}=0,$$

$$(9)\qquad y\frac{\partial f}{\partial x}+t\frac{\partial f}{\partial y}=0,$$

qui ne le sont pas. En faisant cette réduction, j'ai mis de côté quelques équations qui conduisent ou aux cônes, ou aux surfaces rationnelles (unicursales), qui ne peuvent avoir aucune intégrale de première espèce.

» Voici les surfaces auxquelles conduit l'intégration de ces équations différentielles :

$$(\mathrm{I})\qquad x^2y^2+2xy(z,t)^2+(z,t)^4=0,$$

$$(\mathrm{II})\qquad z^2(x,y)^2+2zt(x,y)^2+t^2(x,y)^2=0,$$

$$(\mathrm{III})\qquad (xy,zt)^2+axt^3+byz^3=0,$$

$$(\mathrm{IV})\qquad (xt-yz)^2+2(xt-yz)(z,t)^2+(z,t)^4=0,$$

$$(\mathrm{V})\qquad (2xt-y^2)^2+2(2xt-y^2)(z,t)^2+(z,t)^4=0,$$

où j'emploie la notation $(x,y)^m$ pour un polynome homogène arbitraire du degré m.

» Les surfaces (I), (II) sont celles qui ont été signalées par M. Poincaré. La surface (IV) a une droite double ($z=t=0$) d'une espèce supérieure, que l'on peut appeler une ligne tacnodale (*tacnodal line*), parce qu'une section plane générale y a un point tacnodal (*tac-node*). C'est un cas limite de la surface (II) qu'on trouve quand les deux droites doubles ($x=y=0$, $z=t=0$) s'approchent l'une de l'autre sans se rencontrer; mais l'équation (IV) n'est pas un cas spécial de l'équation (II). La surface (III) a deux points uniplanaires, à savoir : $x=z=t=0$, $y=z=t=0$; d'ailleurs les droites $x=z=0$, $y=t=0$ sont lignes simples, chacune avec le plan tangent fixe. La surface (V) a un point tacnodal $y=z=t=0$.

» Au moyen d'une transformation birationnelle, on peut transformer chacune des cinq surfaces en un cône du troisième degré. On vérifie ainsi l'existence effective d'une intégrale de première espèce. Pour la troisième surface, j'emploie la transformation cubique

$$x':y':z':t' = z^2t:xt^2:xyz:xyt.$$

Pour les autres surfaces, j'arrive au bout par une transformation birationnelle quadrique, qu'il ne vaut pas la peine d'indiquer ici.

» On voit ainsi que les cinq surfaces ont le genre numérique (p_n) égal à — 1. En ayant égard aussi aux cônes, on voit que *toute surface du quatrième degré admettant une intégrale de différentielle totale de première espèce a le genre numérique négatif.* »

PHYSIQUE GÉNÉRALE. — *Sur la solidification de l'hydrogène.* Note de M. **James Dewar**, présentée par M. Henri Moissan.

« Aussitôt que nous eûmes produit l'hydrogène liquide par 200^{cc} ou 300^{cc}, à la fin de l'année 1898, nous avons essayé de le solidifier par ébullition sous pression réduite. Dès cette époque, pour rendre plus lent l'échauffement extérieur, nous avons disposé notre appareil (*fig.* 1) de la façon suivante : De l'hydrogène liquide fut placé dans une petite éprouvette à double paroi, qui était entourée elle-même d'un bain d'hydrogène liquide renfermé dans une de nos grandes éprouvettes à double paroi et à vide de Crookes. Cette éprouvette était fermée et mise en communication, par un tube recourbé, avec une pompe qui permettait de faire le vide très rapidement. De cette façon, l'évaporation se faisait principalement dans l'espace annulaire et la surface extérieure du plus petit tube était maintenue à la même température que celle de l'hydrogène liquide de l'espace annulaire. Nous étions ainsi bien préservé de tout échauffement extérieur et, grâce à cette disposition, l'hydrogène liquide fut évaporé sous 10^{mm} environ de pression, mais aucune solidification ne se produisit. Reconnaissant que des expériences de ce genre exigeaient de grandes quantités de liquide, d'autres questions furent abordées et nous abandonnâmes momentanément nos expériences sur la solidification de l'hydrogène. Dès le début de cette année, nous avons déterminé les constantes d'un grand nombre de thermomètres à résistance électrique et, avec ceux-ci, l'abaissement progressif

des températures réalisées par l'ébullition rapide de l'hydrogène liquéfié.

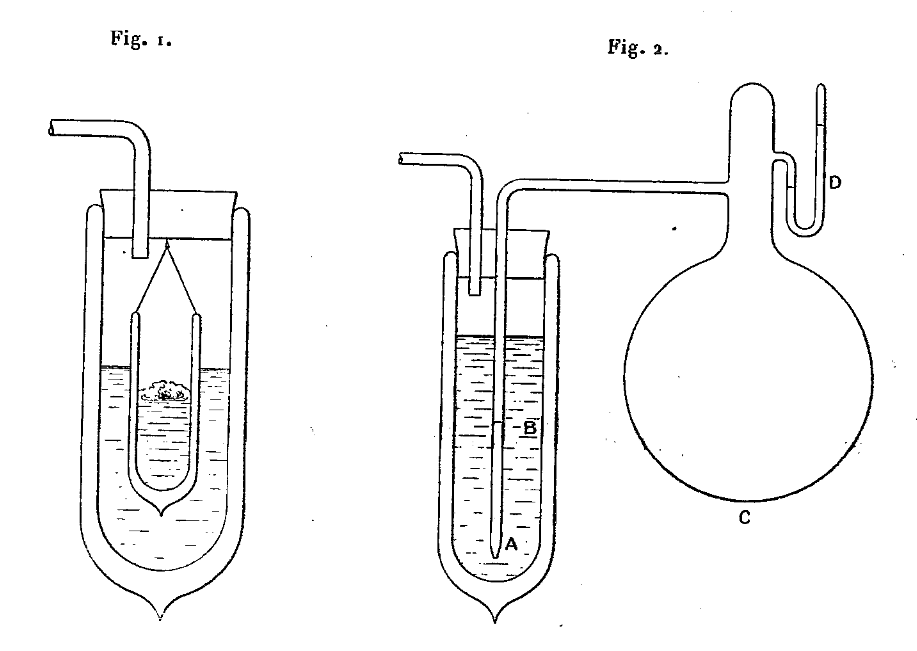
» Dans le courant de ces expériences, on nota que, presque toujours, il y avait un petit suintement d'air, qui devenait apparent par le fait qu'il se congelait sous forme de neige dans l'intérieur du récipient, au point où il rencontrait la vapeur froide de l'hydrogène qui sortait. Lorsque des fils conducteurs couverts de soie doivent passer à travers des bouchons en caoutchouc, il est, en effet, très difficile, à ces températures extrêmement basses, d'empêcher des suintements, car les bouchons deviennent durs comme de la pierre et les ciments craquent et se fendillent dans tous les sens.

» L'effet de ce léger suintement d'air sur l'hydrogène liquide, lorsque la pression fut réduite au-dessous de 60^{mm}, fut très remarquable, car il se solidifia soudain en une masse mousseuse ressemblant à de l'écume gelée. Ma première impression fut que ce corps était une éponge d'air solide contenant de l'hydrogène liquide, de même que l'air ordinaire peut être, dans certaines conditions, un magma d'azote solide contenant de l'oxygène liquide. Cependant le fait que cette écume blanche s'évaporait complètement à cette basse pression, sans laisser aucune quantité appréciable d'air solide, m'amena à conclure que le corps pouvait bien être de l'hydrogène solide. Cette hypothèse fut confirmée par l'observation de ce fait, que, si l'on augmente la pression et, par conséquent, la température de l'hydrogène, le solide fond lorsque la pression atteint environ 55^{mm}. L'échec de la première expérience doit être attribué au *surrefroidissement* du liquide, qui est évité dans ce cas grâce à son contact avec les fils métalliques et à des traces d'air solide. Pour trancher définitivement la question, nous fîmes l'expérience suivante :

» Un ballon C d'environ un litre de capacité (*fig.* 2), portant soudés sur son col un petit manomètre à mercure D et un long tube de verre recourbé, fut rempli d'hydrogène pur et sec, puis scellé à la lampe.

» La portion inférieure AB du long tube fut calibrée. Elle fut entourée d'hydrogène liquide, placé dans un récipient où l'on avait fait le vide et disposé pour l'épuisement. Dès que la pression fut abaissée notablement audessous de la pression atmosphérique, de l'hydrogène liquide parfaitement clair commença à se réunir dans le tube AB; celui-ci put être observé s'accumulant jusqu'au moment où l'hydrogène liquide, entourant l'extérieur du tube, se transforma soudain, sous une pression de 30^{mm} à 40^{mm}, en une masse blanche ressemblant à de l'écume solide, et remplissant

presque tout l'espace annulaire. Comme il n'était pas possible d'observer l'état de l'hydrogène dans l'intérieur du tube AB recouvert d'une grande quantité de ce solide, l'appareil tout entier fut renversé, sens dessus



dessous, afin de voir si un liquide quelconque coulerait le long de AB dans le ballon C. On n'observa aucun liquide le long du tube, de sorte que l'hydrogène devait être considéré comme solidifié.

» En plaçant une forte lumière sur le côté de l'éprouvette où l'on avait fait le vide, en face de l'œil, et en maintenant l'épuisement à environ 25^{mm}, le solide devint graduellement moins opaque, et l'on vit que la matière dans AB était une glace transparente à la partie inférieure, mais que la surface avait un aspect mousseux. Ce fait nous empêcha de déterminer la densité à l'état solide, mais on avait pu prendre la densité fluide maximum. Elle fut trouvée être de 0,086, le liquide à son point d'ébullition ayant la densité de 0,07.

» L'hydrogène solide fond lorsque la pression de la vapeur saturée atteint environ 55^{mm}. Afin de déterminer la température de fusion, deux thermomètres à hydrogène à volume constant furent employés. Ils contenaient de l'hydrogène à 0°, l'un sous une pression de $269^{mm},8$ et l'autre sous une pression de 127^{mm}. La température moyenne de ce solide fut

trouvée être 16° absolus, sous une pression de 35^{mm}. Toutes les tentatives faites pour obtenir un thermomètre de résistance électrique exact pour des observations à température aussi basse n'ont abouti qu'à des échecs [1].

» Pour le moment, le point d'ébullition, qui est 21° absolus à 760^{mm} tandis qu'il est de 16° absolus à 35^{mm}, permet d'en faire dériver la formule approchée donnant la tension de vapeur saturée de l'hydrogène liquide au-dessous de la pression atmosphérique

$$\log p = 6,7341 - \frac{83,28}{T},$$

formule dans laquelle T représente la température absolue et où la pression est exprimée en millimètres. Cette formule donne pour 55^{mm} une température de 16°,7 absolus. Le point de fusion de l'hydrogène doit être, par conséquent, voisin de 16° à 17° absolus.

» La limite pratique de température que nous pouvons produire par l'évaporation de l'hydrogène solide est de 14° à 15° absolus.

» La détermination exacte des points d'ébullition de l'hydrogène liquide sous pressions réduites fera l'objet de nouvelles recherches.

» En passant, on peut noter que la température critique de l'hydrogène étant 30° à 32° absolus, le point de fusion est représenté par un nombre qui est moitié environ de celui qui correspond à sa température critique. Une observation semblable peut être faite pour le point de fusion et la température critique de l'azote. L'apparence écumeuse du solide, lorsqu'il est produit dans un récipient vide ordinaire, est due à la faible densité du liquide et au fait qu'une ébullition rapide a lieu dans la masse entière du liquide.

» Ces expériences sur la solidification de l'hydrogène nous semblent détruire l'hypothèse que l'hydrogène puisse être un métal; on doit, à l'avenir, le classer parmi les éléments non métalliques. »

---

(1) Maintenant qu'il est définitivement prouvé que l'hélium est plus volatil que l'hydrogène, ce corps, après avoir passé à travers un tube de verre en spirale plongé dans de l'hydrogène liquide pour séparer tous les autres gaz, pourra être comparé avec le thermomètre à hydrogène.

ZOOLOGIE. — *Sur le mode de croissance en spirale des appendices en voie de régénération chez les Arthropodes.* Note de M. ÉDMOND BORDAGE, présentée par M. Milne-Edwards.

« I. Dans une précédente Communication à l'Académie, j'ai signalé le mode de croissance en spirale des membres en voie de régénération chez les Mantides; j'ai rappelé que ce mode spécial de croissance se constate également chez les Phasmides et chez les Blattides (1). J'ajoutais que cette particularité devait probablement se rencontrer chez les quatre familles d'Arthropodes, et cela pour les différents appendices (2).

» En ce qui concerne les Insectes, le fait est maintenant prouvé pour les membres. En outre, j'ai pu m'assurer que, après amputation, les antennes des larves de Phasmides (*Monandroptera* et *Raphiderus*) croissent en spirale jusqu'après la première mue qui suit la mutilation.

» Chez les Crustacés, le mode de croissance en spirale a été constaté chez *Cancer pagurus, Carcinus mœnas, Pagurus Bernhardus,* par H. Goodsir (*Anatomical and pathological observations;* Edimbourg, 1845).

» Parmi les Arachnides, les Aranéides le présentent nettement.

» Chez les Myriapodes, il n'a pas encore été signalé. Cela provient vraisemblablement de ce que peu de recherches ont été faites sur la régénération des membres chez ces Arthropodes. Mais il est très probable qu'il doit s'observer tout au moins chez les Myriapodes à membres très développés, tels que les Scutigères (*Scutigera*). Ces derniers présentent une particularité très remarquable. Quand ils n'ont pas encore atteint leur complet développement, on aperçoit, par transparence, dans le segment terminal du corps, des membres enroulés sous les téguments, membres qui ne deviendront libres et rectilignes qu'à la mue suivante. Après chaque mue, le corps du Scutigère comptera un segment de plus.

» II. Mais je dois faire remarquer que le mode de croissance en spirale ne se rencontre pas chez tous les Arthropodes. Chez le Homard, par exemple, les membres thoraciques en voie de régénération croissent d'une façon rectiligne. Ce fait est d'autant plus remarquable que, chez le même Crustacé,

---

(1) Je viens de constater que M. H. Brindley avait signalé ce mode de croissance chez les Blattides (BRINDLEY, *On certain characters of reproduced appendages in Arthropoda,* p. 9; 1898).

(2) Mais des recherches, tant expérimentales que bibliographiques, m'ont appris que ce mode de croissance ne se rencontre pas chez tous les Arthropodes, contrairement à ce que l'on serait tenté de supposer d'abord.

les antennes mutilées croissent en spirale jusqu'à la première mue qui se produit après la mutilation.

» La différence entre ces deux modes de croissance n'est pas aussi grande qu'on pourrait le croire tout d'abord. Voyons en quoi elle consiste. Chez les Arthropodes présentant le mode de croissance en spirale, comme chez ceux qui offrent le mode de croissance rectiligne, la surface suivant laquelle se fait la séparation, entre deux articles consécutifs d'un membre, se recouvre d'une mince cuticule non chitinisée. Dans l'un et l'autre cas également, le travail de régénération ne se fait pas, dès le début, sur toute la surface de section, mais il commence vers la partie centrale, et, la rapidité de croissance en longueur étant ordinairement de beaucoup supérieure à la rapidité de croissance en diamètre, il en résulte que le rudiment de membre en voie de développement a d'abord un diamètre de beaucoup inférieur à celui du moignon demeuré en place.

» Si la croissance s'opère rapidement, ce qui a lieu le plus souvent, et si aucune turgescence ne se manifeste dans le rudiment de membre, ce dernier, par suite de sa flaccidité, est incapable de repousser fortement devant lui la mince cuticule qui recouvre la surface de section. Il ne peut que la distendre légèrement, de façon à trouver la place qui lui est nécessaire. Dans ces conditions, il est obligé de s'enrouler sur lui-même, tout en restant couvert par la cuticule qui forme une sorte de petite poche protectrice.

» Si, au contraire, la turgescence se manifeste dès le début de la croissance, le rudiment du membre en voie de formation, au lieu d'être obligé de se replier sur lui-même, est capable de refouler devant lui la mince cuticule douée d'une assez grande élasticité. Dans ce cas, rien ne l'empêche de croître d'une façon rectiligne. Cette cuticule peut même se mouler d'une façon plus ou moins parfaite sur le membre en voie de croissance et résister jusqu'au moment de la plus prochaine mue. Elle est alors rejetée avec l'ancienne enveloppe chitineuse du corps à laquelle elle est intimement liée.

» En résumé, le développement d'un membre se ferait suivant le mode spiralé, ou suivant le mode rectiligne, selon qu'il y aurait eu flaccidité ou turgescence du rudiment de ce membre de remplacement, dès le début de sa formation.

» III. En ce qui concerne les Insectes [Mantides, Blattides (¹), Orthoptères sauteurs], la régénération d'une portion de membre, après *section artificielle*, se produit le plus souvent suivant le mode de croissance en spirale. J'ai cependant constaté quelques exceptions, que l'on peut expliquer assez facilement d'ailleurs et considérer comme un cas particulier du processus le plus général.

» Ainsi, chez les Phasmides, tandis qu'un membre amputé par autotomie

---

(¹) Cf. H.-H. Brindley, *On certain characters of reproduced appendages in Arthropoda*, p. 9; 1898.

se régénère en suivant le mode de croissance en spirale, la régénération d'une portion d'un membre amputé par section artificielle a lieu suivant le mode de croissance rectiligne [voir Bordage, *Régénération des membres chez les Phasmides après des sections artificielles* (*Ann. Soc. Entom. de France*, p. 87; 1898)].

» Dans le Travail en question, après avoir indiqué que la croissance des membres autotomisés en voie de régénération s'opère avec une rapidité relativement remarquable, j'ajoutais que celle des portions de membres mutilés par des sections artificielles se fait, au contraire, avec la plus grande lenteur. Mais la partie en voie de régénération, après section artificielle, devant avoir, immédiatement après la mue la plus proche, le même diamètre que la partie terminale du moignon plus ou moins long demeuré en place, il s'ensuit que la croissance en diamètre doit être tout aussi rapide que chez les Mantides et les Blattides. Elle est même quelquefois aussi rapide que la croissance en longueur (¹), et cela précisément au début du processus de régénération, mais à cette période seulement. Ensuite, elle se ralentit considérablement et obéit à la vitesse de croissance en diamètre du membre tout entier, avec laquelle elle se confond.

» De cette façon, le travail de régénération de la portion de membre qui a débuté, comme cela est la règle, vers la partie centrale de la section, a déjà gagné toute la surface de cette section, avant que le rudiment de membre ait acquis une longueur appréciable. Ce rudiment possède donc le diamètre de la partie dont il est le prolongement et sa longueur insignifiante ne le contraint pas à s'enrouler sur lui-même sous la cuticule protectrice, ce qui arriverait certainement si sa croissance en longueur était rapide et si son diamètre demeurait en même temps de beaucoup inférieur à celui du moignon qu'il doit compléter. Il peut alors distendre devant lui la mince cuticule sur toute son étendue et croître d'une façon rectiligne.

» J'ai pu constater que le même fait se produit quelquefois pour les Orthoptères sauteurs, à la suite de sections artificielles pratiquées soit sur les membres des deux paires antérieures, soit sur la partie inférieure du tibia et sur les premiers articles du tarse des pattes sauteuses. Mais ici, le fait n'est pas constant comme chez les Phasmides. Il ne se produit que dans le cas où, pour une cause quelconque, la régénération se fait avec une grande lenteur. Autrement, la croissance se fait en spirale.

» Nous avons donc là une seconde cause amenant la croissance rectiligne du membre en voie de régénération. Il convient d'ajouter que, dans ce cas, la turgescence semble aussi jouer un certain rôle. »

(¹) Ainsi, j'ai pu constater, chez une larve de *Monandroptera inuncans*, qu'après la mue qui se produisit en premier lieu, quelque temps après la section artificielle d'un membre mesurant 2^{mm} de diamètre au point où la section avait été pratiquée, la saillie terminale formée par la partie en voie de régénération atteignait elle-même à peine 2^{mm} de longueur.

M. L. **Brach** soumet au jugement de l'Académie l'indication d'un moyen de protection pour les trains de chemins de fer en marche.

(Renvoi à la Section de Mécanique).

La séance est levée à 3 heures et demie.

J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 4 septembre 1899.

Description des machines et procédés pour lesquels des brevets d'invention ont été pris sous le régime de la loi du 5 juillet 1844, publiée par les ordres de M. le Ministre du Commerce et de l'Industrie. T. XCI, 1re-3e parties, nouvelle série. Paris, Imprimerie nationale, 1899; 3 vol. in-8°.

Influence des changements de température sur la respiration des plantes. par M. W. Palladine. (Extr. de la *Revue générale de Botanique*, dirigée par M. Gaston Bonnier, Membre de l'Institut, t. XI, p. 241; 1899.) Paris, Paul Dupont, 1899; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Mémoires de l'Académie de Stanislas, 1898. CXLIX^e^ année, 5e série, t. XVI. Nancy, Berger-Levrault et Cie, 1899; 1 vol. in-8°.

Œuvres complètes de Christian Huygens, publiées par la Société hollandaise des Sciences. T. VIII, *Correspondance*, 1676-1684. La Haye, Martinus Nijhoff, 1899; 1 vol. in-4°. (Hommage des Directeurs de la Société hollandaise des Sciences.)

Astrology vindicated : The zodiac of the human face, by J.-B. Schmalz. Etowah, P. O., 1898; 2 fasc. in-24. (Hommage de l'Auteur.)

Die Unität des absoluten Maass-Systems in Bezug auf magnetische und elektrische Grössen, von Franz Herntler. Budapest, 1899; 1 fasc. in-8°.

A new theory of the stability of ships, by Alfred-J. Cooper. 2nd edition, revised and enlarged. London, J.-D. Potter. (Hommage de l'Éditeur.)

Money's worth, by John-Henry Norman. London, Sampson Low, Martson and C°, 1899; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 11 SEPTEMBRE 1899,

PRÉSIDÉE PAR M. MAURICE LÉVY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉCANIQUE. — *Sur une forme nouvelle des équations de la Dynamique.* Note de M. P. APPELL.

« La forme nouvelle des équations de la Dynamique, indiquée dans les *Comptes rendus* des 7 et 28 août 1899, peut être résumée par le théorème suivant, qui se rattache au principe de la moindre contrainte de Gauss :

» *Soit un système à liaisons données, soumis à des forces pouvant dépendre des positions, des vitesses et du temps; désignons par* J *l'accélération d'un point quelconque du système, par m sa masse et par* F *la force donnée qui lui est appliquée; puis formons la fonction*

$$R = \frac{1}{2}\Sigma m J^2 - \Sigma F J \cos \widehat{F, J};$$

à un instant quelconque, la position du système et l'état des vitesses étant regardés comme déterminés, les accélérations ont des valeurs rendant la fonction R *minimum.*

» Dans cet énoncé, on peut évidemment remplacer la fonction R par la fonction

$$\frac{1}{2}\sum \frac{1}{m}((mJ - F))^2,$$

$((mJ - F))$ étant la différence géométrique des vecteurs mJ et F, ou par toute autre fonction qui diffère seulement de R par des termes indépendants des accélérations.

» Les équations précédemment indiquées s'obtiennent en égalant à zéro les dérivées partielles de la fonction R par rapport à $q''_1, q''_2, \ldots, q''_n$. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Th. Descamps** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire « Sur la maladie du Rot-brun et du Black-rot ».

(Renvoi à la Section d'Économie rurale.)

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE. — *Les Perséides en* 1899. Note de M. C. **Flammarion**, présentée par M. Bouquet de la Grye.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie les observations des Perséides, faites à l'observatoire de Juvisy par MM. Antoniadi et Mathieu, les 11, 12 et 13 août. Elles font suite à celles que j'ai adressées récemment pour la nuit du 10 août.

» La figure ci-après représente toutes les trajectoires des météores observés le 11.

11 août.

Nos.	Heure, temps moyen de Paris.	Gr.	Lieu d'apparition. α.	δ.	Lieu de disparition. α.	δ.	Obs.
	h m s		h m	°	h m	°	
1....	9.19	3	18.12	+45	17.44	+33	AM
2....	9.21.30	5	16.28	+42	16. 8	+21	A
3....	9.21.30	?	3.30	+75	14.30	+82	M
4....	9.21.30	3	15.14	+37	15. 5	+11	A
5....	9.24	5	18.15	+70 ½	19.30	+71	A
6. .	9.29	4 ½	21. 0	+63	22.28	+64	A
7....	9.30	?	19.33	+36	20.23	+51	M
8....	9.33.15	2 ½	0. 0	+83	15.28	+57	AM
9....	9.35	?	0.26	+78	18.10	+80	M
10 . .	9.38	4 ½	23.52	+60	0.58	+58	A
11....	9.41	?	20.18	+51	18.48	+43	M
12....	9.42.30	1 ½	2. 5	+68	19.20	+73	A
13.. .	9.45.30.	5	23.32	+62	0.30	+69	A
14....	9.49	4 ½	22. 8	+52	21.30	+45	A
15....	9.51	4	18.48	+66	17.20	+50	AM
16....	9.53	?	23.22	+62	21.12	+56	M
17....	9.53.30	5	20. 8	+55	20. 8	+72	A
18.. .	9.54.30	2	9. 0	+89	15. 8	+52	AM
19....	9.57.30	5	20.40	+72 ½	22.15	+72	AM
20....	10. 2	5	18. 0	+77	14.18	+80	A
21. ..	10. 2	1±	23.12	+56	20. 8	+25	M
22....	10. 8	2 ½	18.14	+43	17.30	+ 7	AM
23....	10.19	3	23. 0	+70	19.45	+64	AM
24....	10.20	?	1. 0	+87	18.35	+85	M
25....	10.24	2	10.32	+82	13.42	+55	AM
26...	10.30	3	6. 0	+88	14.30	+73	A
27....	10.32	2	0.59	+32	0.16	+12 ½	A
28....	10.34.45	1 ½	20.14	+38	19.33	+13	A
29....	10.37.45	5	1. 0	+41	0.14	+31	A
30....	10.39	5	0.33	+30	0.10	+20	A
31....	10.40	5	23.30	+81	4.25	+83	A
32.. .	10.42	4	1.30	+55	23.50	+50	A
33....	10.44	2 ¾	0.49	+31	0.12	+18	A
34....	10.46.30	3	20.22	+73	17.25	+48	A
35....	10 47.15	4	18.30	+68	17.15	+53	A
36....	10.52	3	4. 3	+62	7.22	+66	AM
37....	10.54	3 ½	23.28	+46	22.10	+25	AM
38....	10.55	4 ¼	1.23	+65	23.30	+68	AM
39....	10.56	4	20.53	+22	20.39	+ 8	AM
40....	10.57.30	4	16.40	+61	15.57	+33	A
41....	10.57.30	5 ½	0.20	+78	3.30	+82	A
42....	11. 0	?	23. 0	+51	21.48	+41	M
43....	11. 2	2	9. 2	+67	11. 0	+48	A
44....	11. 3	3 ¼	0. 0	+70	19.30	+66	AM
45....	11.20.30	3	2.16	+53	1.40	+34	AM
46....	11.24	4 ½	3. 0	+56	2.26	+52	A
47....	11.25	2 ¼	0.30	+37	23.43	+20	AM
48....	11.28.30	3 ½	1.16	+63	23.42	+62	AM
49....	11.28.45	5	1.40	+67	23.40	+72	A
50....	11.31.30	2 ¼	0.26	+33	23.55	+22	AM
51....	11.32.30	4 ½	22.33	+33	22.10	+24	A
52....	11.36	5 ½	23.40	+52	0.12	+50	A
53.. .	11.37	2	20.10	+24	19.50	+10	A
54....	11.40	3	1. 8	+35	1.23	+19	A
55....	11.43	3 ½	1.47	+58	0. 0	+62	A
56....	11.44	2	5.26	+60	8.15	+48	A
57....	11.46	4	0.38	+50	1. 1	+40	A
58....	11.47.30	5	2.12	+87	16.25	+84	A
59....	11.50.30	1	21.20	+53	19.40	+31	A
60....	11.54	4	5.10	+67	7.49	+67	A
61....	11.57	2	0.21	+22	23.47	+ 8	A
62....	11.57.30	3 ½	6. 0	+84	13.28	+75	A
63....	12. 0.15	4	23.30	+83	17. 0	+68	A
64....	12. 2.30	?	1.21	+68	21.36	+71	A
65....	12. 7	2 ½	21.21	+36	19.42	+47	A
66....	12. 7.15	2	17.48	+38	17.25	+23	A
67....	12. 9	4	2.36	+59	1.38	+62	A
68....	12.15	1	1.27	+36	0.32	+16	A
69....	12.20	4 ½	1.32	+57	0.16	+54	A
70....	12.22.30	4 ¾	16. 4	+85	15.24	+69	A
71....	12.23	0 ½	7.30	+67	9.49	+58	A
72....	12.25	4	3.47	+23	3.47	+15	A
73....	12;26	3	9.27	+52	10. 8	+40	A
74....	12.27.30	3 ½	2.39	+30	2.18	+11	A
75....	12.30	5 ½	4.16	+44	4.37	+40	A
76....	12.31.30	5	3.30	+53	3.52	+50	A
77....	12.31.37	5	2.40	+56	2. 6	+53	A
78....	12.33	2 ½	5. 9	+45	5.22	+31	A
79....	12.34.30	2	15.10	+79	15.18	+63	A
80....	12.35.30	2 ½	1. 8	+57	23.24	+48	A
81....	12.36.45	2	3.54	+25	5.10	+28	A
82....	12.39.30	5 ½	3.45	+61	4.17	+64	A
83....	12.41.30	5	3. 1	+32	3. 1	+27	A
84....	12.43.30	5	3.10	+65	3.20	+70	A
85....	12.46	4 2/4	4.20	+59	5.12	+62	A
86....	12.47.30	4	4.32	+64	6. 1	+68	A
87....	12.47.45	5 ½	5.15	+77	11.10	+70	A
88....	12.54	4	3. 0	+65	6.10	+84	A
89....	12.59	5	4.36	+56	5.43	+58	A
90....	13.10	4	3.17	+52	3.32	+45	A
91....	13.12	3	5.23	+60	9.23	+56	A
92....	13.12	4	5.12	+53	6.18	+43	A
93....	13.14	4 ½	3.32	+41	3.40	+30	A
94....	13.16	4	4.47	+41	5.18	+29	A
95....	13.16	4	23.56	+53	0.16	+34	A
96....	13.20	1 ½	1.35	+35	0.32	+ 7	A

Nos.	Heure, temps moyen de Paris.	Gr.	Lieu d'apparition. α.	Lieu d'apparition. δ.	Lieu de disparition. α.	Lieu de disparition. δ.	Obs.
97....	13.25	5	1. 0	+62	23.49	+61	A
98....	13.26.30	4	17. 0	+45	16.40	+27	A
99....	13.27.30	4	4.28	+24	4.26	+18	A
100....	13.29	4	5. 0	+72	9.28	+70	A
101....	13.29.30	3 ½	4.53	+42	5. 2	+51	A
102....	13.32	4 ½	3.55	+27	3.54	+20	A
103....	13.34	5	7.20	+58	8.14	+52	A
104....	13.36	4	23.20	+81	17.5	+70	A
105....	13.36	3	19.58	−53	21.8	+61	A
106....	13.40	0 ¼	3.40	+70	5. 0	+77	A
107....	13.40.45	3	17.53	+45	17.21	+29	A
108....	13.41	4	17. 0	+55	16.29	+38	A
109....	13.44	2 ½	17. 0	+40	16.44	+23	A
110....	13.47	2	20.58	+48	20. 8	+30	A
111....	13.47	4	22.10	+37	21.24	+12	A
112....	13.47.30	4 ½	19.44	+ 8	19.37	+ 1	A
113....	13.49	5	10.28	+72	12.21	+69	A
114...	13.50	1	6.46	+35	8. 5	+33	A
115....	13.52	3	20.40	+81	17.40	+68	A
116....	13.54	3	4. 2	+25	4. 2	+18	A
117....	13.55.30	3	14.44	+58	14.50	+43	A
118....	13.57	2 ½	12.37	+64	13.22	+49	A
119....	13.59	3	3.26	+41	3.39	+27	A
120....	14. 0.15	3 ½	13.38	+81	14. 7	+70	A
121....	14. 1	2	17.53	+24	17.30	+ 7	A
122....	14. 1	4	13.44	+55	13.58	+38	A
123....	14. 9	5 ½	11.58	+65	12.30	+58	A
124....	14.10	3	4.20	+ 4	4.29	− 9	A
125....	14.12	1	7.49	+58	8.46	+52	A
126....	14.14	0 ½	19. 4	+67	17.20	+41	A
127....	14.16	1	13.23	+52	13.38	+42	A
128....	14.20	4 ½	9.58	+83	9.48	+64	A
129....	14.21	1 ½	1. 0	+10	0.30	−10	A
130....	14.25	1	5. 0	+55	7. 1	+50	A
131...	14.26	4 ½	3.52	+18	3.53	+12	A
132....	14.27	1 ½	2.42	+26	2.47	+ 4	A
133....	14.27	1 ½	23.29	+38	22.35	+22	A
134...	14.27.15	1 ½	19.36	+35	18.54	+16	A
135...	14.30	2	20. 5	+ 8	19.52	− 6	A
136....	14.32.15	3	18.14	+36	17.52	+20	A
137....	14.34	3 ½	1.28	+40	0.40	+54	A
138....	14.36	2	7.14	+46	8.20	+29	A
139....	14.37.30	3	20.28	+14	19.50	+ 9	A
140....	14.39	3	5. 0	+31	5.22	+22	A
141....	14.39.30	4	16.32	+38	16.28	+25	A
142...	14.41	3 ½	17.25	+60	16.47	+44	A
143....	14.41.45	4	13.42	+48	13.56	+38	A
144...	14.43.30	4 ½	12.32	+70	13. 8	+62	A
145...	14.43.30	4 ½	12.10	+58	12.36	+50	A
146...	14.45	4	17.43	+58	17. 9	+48	A

12 *août*.

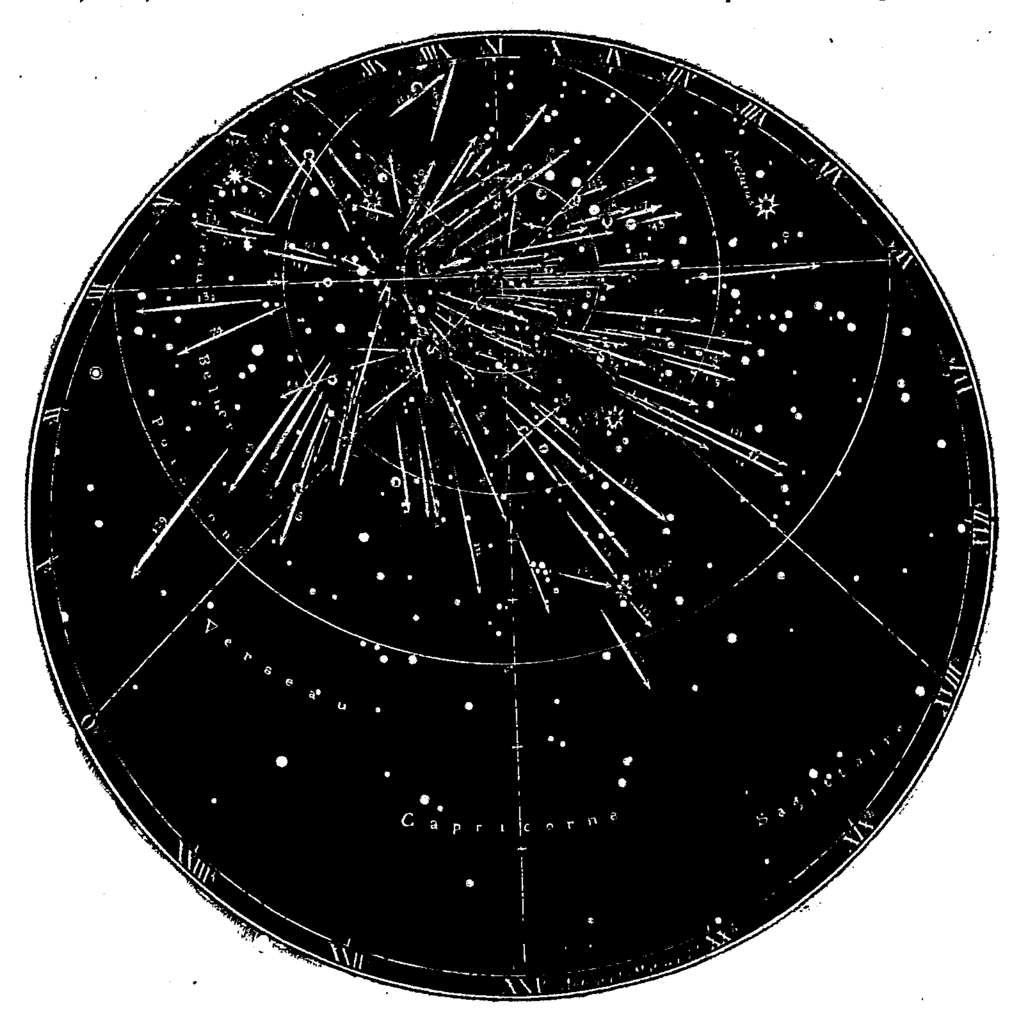
1......	9.17.30	3	2.25	+85	13. 7	+75	A
2......	9.22.30	5	3.12	+62	3.50	+68	A
3......	9.23.30	2 ½	23.43	+62	0.38	+52	A
4......	9.26.30	4	21.50	+50	20.52	+33	A
5......	9.32	2	0.30	+32	0. 3	+21	A
6......	9.33	5	20. 6	+72	18. 7	+56	A
7......	10. 2	2 ½	16.20	+76	15.52	+52	A

13 *août*.

1.....	9.46	2	18. 0	+73	16.30	+51	A
2.....	9.51	4 ½	21. 0	+43	20.43	+48	A
3.....	9.52	2 ½	20.20	+43	19.36	+30	A
4.....	9.54	3 ½	2. 0	+54	0. 0	+44	A
5. ...	9.55	3 ½	23.40	+32	23. 7	+17	A
6.....	10. 0	4 ½	23. 8	+52	22. 0	+43	A
7.....	10.10	5	1.19	+67	22.56	+60	A
8.....	10.24	4	23. 0	+32	23.24	+27	A
9.....	10.27	5	13.20	+82	9.30	+80	A
10.....	10.35	5 ½	22.15	+12	22.30	+ 8	A
11.....	10.40	1 ½	23.26	+21	22.48	− 8	A
12.....	10.42	5	6.22	+64	7.40	+65	A
13.....	10.58	2	22. 0	+64	23.12	+49	A
14.....	11. 2	1 ½	12.12	+77	13.49	+59	A
15.....	11. 5	1 ½	18.14	+23	16.42	+49	A
16.....	11.11	2	16.50	+79	12.21	+71	A
17.....	11.31	4	0.50	+48	0.57	+37	A
18.....	11.32	1 ½	22. 0	+73	18.22	+46	A
19.....	11.34	3	2.17	+44	1.50	+35	A
20.....	11.37	4	3.50	+58	19.48	+40	A
21.....	11.40	5	23. 8	+22	23.16	+28	A
22.....	11.40.45	5 ½	22. 0	+42	21.16	+31	A

» Un nombre considérable des météores enregistrés ici n'appartenaient pas à l'essaim des Perséides. Tels sont, dans la nuit du 11, les numéros 5,

6, 7, 10, 13, 17, 19, 20, 31, 41, 52, 54, 57, 65, 81, 95, 101, 105, 113, 114, 128, 137 et 139. Le numéro 3 de la nuit du 12 provenait également



d'un autre radiant; il en a été de même des numéros 2, 8, 9, 10, 13, 17 et 21 le 13 août.

» Enfin les résultats généraux des observations sont donnés dans le Tableau suivant :

Dates 1899.	Observation commencée à	Observation terminée à	Observation Durée.	Nombre de météores observés.	Nombre de météores enregistrés.	Moyenne horaire.	Perséides.	Autres météores.	Proportion de Perséides.	Radian α.	Radian δ.
	h m	h m	h m							h m	°
10 août....	9.15	14.45	5.30	153	130	18,9	109	21	0,84	3. 0	+56
11 »	9.15	14.45	5.30	157	146	25,1	123	23	0,84	3. 5	+56
12 »	9.15	10. 5	0.30	7	7	14±	6	1	0,86	3. 4	+57
13 »	9.45	11.45	2. 0	22	22	11±	15	7	0,68	3.12	+55

» Ainsi qu'on le voit, le maximum de l'averse a eu lieu dans la seconde moitié de la nuit du 11, vers 2^h du matin, lorsque la moyenne horaire s'est élevée à 36. La comparaison de la position du radiant dans les quatre nuits accuse un léger déplacement vers l'est. »

M. **Bouquet de la Grye** fait remarquer que les Perséides constituent des signaux presque instantanés, se passant à des hauteurs telles qu'elles sont visibles d'un horizon d'un millier de kilomètres. Dans ces conditions, il pense qu'elles pourraient servir aux géodésiens à déterminer des différences de longitudes, dans des régions dépourvues de télégraphe. Cette solution n'est d'ailleurs possible qu'en utilisant des étoiles filantes partant d'un même radiant, pour que l'attention de l'observateur soit limitée à une petite surface du ciel.

Chaque station serait munie d'un chronographe électrique.

Il priera M. Flammarion de poursuivre des essais dans ce sens.

GÉOMÉTRIE. — *Sur quelques dépendances géométriques entre deux systèmes de points définis par des équations algébriques*. Note de M. S. **Mangeot**, présentée par M. Appell.

« Je considère trois variables x, y, z, regardées comme des coordonnées rectangulaires.

» Si, A étant une fonction de ces variables, l'on pose

$$\Delta_1(A) = \frac{\partial^2 A}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 A}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 A}{\partial z^2},$$

avec

$$\Delta_p(A) = \Delta_1[\Delta_{p-1}(A)], \qquad \Delta_0(A) = A,$$

la fonction $U_{r_1, r_2, \ldots}[\Delta_p(\psi_1), \Delta_p(\psi_2), \ldots]$, représentée par l'expression

$$\sum\sum \cdots \frac{r_1!}{a_1!\, b_1!\, c_1!}\, \frac{r_2!}{a_2!\, b_2!\, c_2!} \cdots \begin{vmatrix} \dfrac{\partial^{r_1} \Delta_p(\psi_1)}{\partial x^{a_1} \partial y^{b_1} \partial z^{c_1}} & \dfrac{\partial^{r_1} \Delta_p(\psi_2)}{\partial x^{a_1} \partial y^{b_1} \partial z^{c_1}} & \cdots \\ \dfrac{\partial^{r_2} \Delta_p(\psi_1)}{\partial x^{a_2} \partial y^{b_2} \partial z^{c_2}} & \dfrac{\partial^{r_2} \Delta_p(\psi_2)}{\partial x^{a_2} \partial y^{b_2} \partial z^{c_2}} & \cdots \\ \cdots\cdots & \cdots\cdots & \cdots \end{vmatrix}^2$$

$$(a_1 + b_1 + c_1 = r_1;\ a_2 + b_2 + c_2 = r_2,\ \ldots),$$

où $\psi_1, \psi_2, \ldots$ désignent des fonctions de x, y, z en nombre quelconque, égal à celui des nombres $r_1, r_2, \ldots$, est un covariant de $\psi_1, \psi_2, \ldots$ pour toute transformation de coordonnées rectangulaires, quelles que soient

les valeurs, positives ou nulles, attribuées aux nombres $p, r_1, r_2, \ldots$ pourvu que l'on convienne de remplacer $\frac{r!}{a!\,b!\,c!}$ par 1 et $\frac{\partial^r A}{\partial x^a \partial y^b \partial z^c}$ par A quand r est nul.

» Je pose exceptionnellement

$$U_0(A) = A.$$

» J'envisage l'ensemble F des points dont chacun appartient à ν surfaces algébriques S_n représentées par les équations entières et à coefficients réels

$$f_n(x, y, z) = 0 \qquad (n = 1, \ldots, \nu);$$

et, d'autre part, l'ensemble Φ des points dont chacun vérifie ν autres équations entières à coefficients réels

$$\varphi_n(x, y, z) = 0 \qquad (n = 1, \ldots, \nu),$$

ν étant l'un des trois nombres 1, 2, 3 (¹). Pour l'objet que j'ai en vue, je dois supposer que les degrés des polynomes φ_n sont les mêmes que ceux des polynomes f_n. Soient $f_1, \ldots, f_\rho, \varphi_1, \ldots, \varphi_\rho$ ceux des polynomes f_n et φ_n dont le degré est égal au plus faible de ces degrés.

» Les fonctions $f^{(1)}, f^{(2)}, f^{(3)}, \ldots$ que définissent successivement les formules

$$f^{(1)} = U_{r_1, \ldots, r_\rho}[\Delta_p(f_1), \ldots, \Delta_p(f_\rho)], \qquad f^{(2)} = U_{r'}[\Delta_{p'}(f^{(1)})],$$
$$f^{(3)} = U_{r''}[\Delta_{p''}(f^{(2)})], \qquad \ldots$$

doivent être des covariants de $f_1, \ldots, f_\rho$, pour toutes les valeurs, positives et nulles, des indices $r_1, \ldots, r_\rho, p, r', p', r'', p'', \ldots$. Je dénomme $\varphi^{(1)}, \varphi^{(2)}, \varphi^{(3)}, \ldots$ les fonctions définies par les mêmes formules où l'on remplace la lettre f par la lettre φ, en gardant aux indices les mêmes valeurs. Parmi tous les couples de fonctions correspondantes $f^{(\mu)}, \varphi^{(\mu)}$, il y en a une infinité qui comprennent chacun deux fonctions du second degré P, Q. Je désigne par M, N les centres respectifs des deux quadriques (P), (Q) correspondant aux équations $P = 0$, $Q = 0$.

» Cela étant, je suppose que les deux figures F et Φ aient entre elles une relation de similitude. Il en sera ainsi des deux figures définies, l'une par les équations $f_1 = 0, \ldots, f_\rho = 0$, l'autre par les relations

$$\varphi_1 = 0, \ldots, \varphi_\rho = 0.$$

Il devra en être de même, également, des deux surfaces qui ont pour équa-

(¹) Si ν est égal à 3, je suppose que les équations $f_n = 0$, d'une part, et les équations $\varphi_n = 0$, d'autre part, sont toutes nécessaires pour définir les deux figures F et Φ.

tions

$$f^{(\mu)} = 0, \qquad \varphi^{(\mu)} = 0.$$

De plus, la loi même qui transforme F en Φ devra faire correspondre la première de ces deux surfaces à la seconde, et, en particulier, la quadrique (P) à la quadrique (Q); par suite aussi le point M au point N, et, conséquemment encore, le triangle T formé par trois des points M au triangle T′ formé des trois points N qui leur sont associés. Je suis ainsi conduit à ce théorème :

» *Pour que les deux figures* F, Φ *soient semblables, homothétiques, égales, superposables par translation, ou par rotation, ou encore symétriques l'une de l'autre par rapport à un point, à une droite, à un plan, il faut que les deux quadriques* (P), (Q) *aient entre elles cette même dépendance, comme aussi les deux triangles* T, T′; *et les deux figures* (P), (Q), *ou* T, T′, *doivent se transformer l'une dans l'autre d'après la loi même qui permet de passer de* F *à* Φ.

» Par exemple, pour que les deux figures F, Φ soient égales, il est nécessaire que les deux triangles T, T′ soient égaux et que, en transportant T sur T′, ou les axes de (P) sur ceux de (Q), la figure formée par les points appartenant à chacune des nouvelles positions des surfaces S_n, supposées entraînées dans le mouvement, soit confondue avec Φ.

» Ainsi encore, les deux figures F, Φ ne peuvent être symétriques l'une de l'autre par rapport à un élément : point, droite ou plan, que si les deux figures (P), (Q), ou T, T′, sont elles-mêmes symétriques l'une de l'autre par rapport à un élément ε, confondu avec le précédent. Pour que la symétrie ait lieu entre F et Φ il sera nécessaire et suffisant que la figure formée des points appartenant à chacune des surfaces respectivement symétriques des surfaces S_n par rapport à ε coïncide avec la figure Φ.

» Si l'on suppose que les fonctions φ_n sont les mêmes que les fonctions f_n, on voit que la recherche des centres, axes, plans de symétrie d'une surface S_1, ou de la courbe d'intersection de deux surfaces S_1, S_2, ou du système des points communs à trois surfaces S_1, S_2, S_3, peut être généralement ramenée à la détermination des centres, axes ou plans principaux de l'une quelconque des quadriques (P). »

La séance est levée à 3 heures un quart.

J. B.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 18 SEPTEMBRE 1899,

PRÉSIDÉE PAR M. MAURICE LÉVY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION. — *Variations de volume des mortiers de ciment de Portland, résultant de la prise et de l'état hygrométrique.* Note de M. CONSIDÈRE.

« De 1886 à 1889, les variations de volume des mortiers ont été l'objet d'expériences précises, faites à l'École des Ponts et Chaussées et prolongées pendant trois ans. D'autre part, dans leur Traité qui vient de paraître en Allemagne, MM. F.-W. Busing et C. Schuman ont fait connaître les résultats des recherches de MM. Meier et Schuman à ce sujet. Mais on n'a pas, à ma connaissance, étudié les effets que produisent ces variations de volume dans les maçonneries armées, où elles sont contrariées par des pièces métalliques et où elles développent des forces intérieures.

» Pour étudier cette question, à laquelle les progrès des constructions

en maçonnerie armée donnent de l'intérêt, j'ai fait simultanément, avec les mêmes mortiers, des prismes armés et des prismes non armés, dont les variations de longueur ont été observées au moyen de vis micrométriques donnant le centième de millimètre. Les uns ont été conservés dans l'eau douce, les autres ont été laissés à l'air.

» *Prismes conservés dans l'eau.* — On a fabriqué et immergé quatre prismes ayant une section de 60×25^{mm} et une longueur de 600^{mm}. Deux de ces prismes étaient en pâte de ciment pur; les deux autres, en mortier dosé à 600^{kg} de ciment par mètre cube de sable siliceux. Un prisme de chaque nature était armé, suivant son axe, d'un fer rond de $10^{mm},20$ de diamètre; l'autre n'était pas armé.

» Ces prismes se sont allongés suivant une loi très régulière, avec une vitesse qui diminuait chaque jour. Le Tableau ci-après donne, dans les quatre premières lignes, les allongements exprimés en centièmes de millimètre par mètre de longueur.

Numéros des expériences.	Nature de la pâte.	Armature.	Milieu où le prisme était placé.	Allongements (en chiffres gras) ou raccourcissements observés pendant 63 jours.														
Nombre de jours après fabrication..........				1	2	3	4	5	6	7	14	21	28	35	42	49	56	63
66.....	ciment pur	néant	eau	**7**	**15**	**21**	**27**	**32**	**37**	**41**	**59**	**69**	**73**	**75**	**77**	**78**	**78**	**79**
62.....	ciment pur	armé au $\frac{1}{17,2}$	eau	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**8**	**9**	**13**	**16**	**18**	**20**	**21**	**22**	**22**	**22**
67.....	mortier à 600^{kg}	néant	eau	**3**	**10**	**13**	**15**	**17**	**18**	**19**	**20**	**22**	**24**	**26**	**27**	**27**	**27**	**28**
64.....	mortier à 600^{kg}	armé au $\frac{1}{17,2}$	eau	**2**	**2**	**2**	**3**	**3**	**3**	**4**	**4**	**4**	**4**	**5**	**5**	**5**	**5**	**6**
65.....	ciment pur	néant	air	60	58	57	58	60	64	70	95	110	118	123	128	130	131	132
61.....	ciment pur	armé au $\frac{1}{17,2}$	air	6	9	12	14	16	17	20	22	23	24	25	25	25	25	25
68.....	mortier à 600^{kg}	néant	air	22	21	20	21	22	26	29	38	42	44	45	47	47	49	50
63.....	mortier à 600^{kg}	armé au $\frac{1}{17,2}$	air	4	6	7	8	9	9	9	9	10	10	10	10	10	10	10

» Ces observations, qui seront poursuivies, n'ont encore duré que sept semaines; mais, en les complétant au moyen de celles qui ont été faites à l'École des Ponts et Chaussées et en Allemagne, on peut dire que, en moyenne, l'allongement du mortier de ciment pur non armé, conservé dans l'eau douce, atteint $0^{mm},5$ en moins d'un mois, 1^{mm} en moins d'un an, et paraît tendre vers la valeur de $1^{mm},5$ à 2^{mm}, qu'il atteint au bout de deux ou trois ans. Les dilatations des mortiers dosés à 600^{kg} paraissent être environ trois fois moindres que celles du ciment pur.

» Au sujet des prismes armés on peut observer que leurs armatures

étaient de véritables dynamomètres, dont les allongements donnaient la mesure des forces qui tendaient à les allonger.

» Ainsi, pour le prisme 62, âgé de soixante-trois jours, l'allongement moyen de l'armature étant de $0^{mm},22$ par mètre et le coefficient d'élasticité du métal étant de 20×10^9, la tension moyenne de l'armature était de $4^{kg},4$ par millimètre carré, c'est-à-dire de 361^{kg} pour la section totale de l'armature qui était de 82^{mmq}. Cet effort de 361^{kg}, nécessaire pour imposer à l'armature l'allongement observé, ne pouvait être produit que par la poussée du ciment adhérent au métal qui tendait à se dilater. Le ciment produisait donc forcément une poussée totale de 361^{kg} et comme sa section était égale à $14^{cmq},2$ sa pression par centimètre carré était, en moyenne, de $\frac{361}{14,2}=25^{kg},4$.

» Ce calcul, étant basé sur la valeur moyenne de l'allongement de l'armature, c'est-à-dire sur le quotient de son allongement total par sa longueur, ne peut donner que les valeurs moyennes de la tension de l'armature et de la pression du mortier. Il est donc évident que l'allongement et les efforts, qui forcément sont nuls aux extrémités du prisme, atteignaient vers son milieu des valeurs bien supérieures encore aux moyennes calculées ci-dessus. Des considérations trop longues pour trouver place ici conduisent à penser que les maxima dépassaient les moyennes d'au moins 25 pour 100 et atteignaient $5^{kg},5$ pour la tension du fer et 32^{kg} pour la pression du ciment.

» En rapprochant les chiffres des deux premières lignes du Tableau, on voit que, au bout de soixante-trois jours, les allongements ont été de $0^{mm},79$ pour le prisme non armé et de $0^{mm},22$ pour le prisme armé. L'armature a donc réduit de $0,79-0,22=0,57$ la dilatation du ciment; en d'autres termes, elle a imposé au ciment un raccourcissement de $0^{mm},57$.

» La pression du ciment pur qui correspond, en général, à un tel raccourcissement, étant voisine de 100^{kg}, on doit rechercher pourquoi, dans le cas actuel, la pression n'a atteint que la valeur de $25^{kg},4$, en moyenne, et probablement de 32^{kg} au milieu du prisme. On le comprendra en remarquant que ce n'est point sur du ciment arrivé à sa résistance finale que l'armature a agi, mais sur du ciment d'abord très mou, qui a durci peu à peu. Au début de la prise, il avait d'abord une limite d'élasticité très basse et, comme la dilatation qu'il tendait à prendre dépassait le raccourcissement élastique dont il était capable, la résistance de l'armature lui imposait, à chaque phase de la prise, des raccourcissements permanents qui se cumulaient.

» La déformation des sections planes contribue aussi à expliquer cette anomalie.

» Il y a lieu de rechercher comment se comporterait le prisme armé n° 62 dans l'état où il était après soixante-trois jours de prise, s'il faisait partie d'une construction soumise à des efforts de traction.

» On a vu que, lorsque ce prisme n'était soumis à aucune force extérieure, le ciment y subissait une pression intérieure voisine de 32^{kg} par centimètre carré. Pour que le ciment, dont le coefficient d'élasticité était 2×10^9, fût délivré de cet effort intérieur, il faudrait qu'il pût s'allonger de $\frac{32}{2\times10^9}$, soit de $0^{mm},16$ par mètre et, par suite, que

le fer, qui en est solidaire, prît un supplément de tension de $0,16 \times 20 \times 10^9$, soit de $3^{kg},2$ par millimètre carré. La tension totale du fer atteindrait donc le chiffre élevé de $5,5 + 3,2 = 8^{kg},7$ par millimètre carré, au moment où le ciment, rendu à l'état parfait d'équilibre, ne supporterait ni tension, ni pression. Le prisme 62 armé d'un fer de 82^{mm} de section peut donc supporter une traction totale de $8^{kg},7 \times 82^{mm} = 713^{kg}$ avant que le ciment commence à subir la moindre tension.

» On voit, par cet exemple, que les armatures métalliques prennent, dans les maçonneries immergées, une part des tensions beaucoup plus grande qu'on ne le supposait, faute de tenir compte de la dilatation du ciment. On trouverait sans doute des différences plus grandes encore si, au lieu de ciment âgé de soixante-trois jours, on considérait du ciment de deux ou trois ans, dont l'allongement serait presque deux fois plus fort.

» Un calcul identique, fait pour le prisme armé 64, qui, au lieu du ciment pur, était formé de mortier dosé à 600^{kg}, fait reconnaître qu'au bout de soixante-trois jours de prise, l'armature en fer supportait une tension moyenne de $1^{kg},2$ par millimètre carré et de 98^{kg} pour la section totale de 82^{mmq}, et que le mortier subissait une pression moyenne de 7^{kg} par centimètre carré et, sans doute, une pression maximum de 9^{kg} au milieu du prisme.

» Les expériences dont il vient d'être rendu compte sont les seules dans lesquelles les allongements aient été mesurés chaque jour; mais j'ai en outre observé, à des intervalles plus éloignés, des prismes ayant une section carrée de 46^{mm} de côté et armés de quatre fils de $4^{mm},4$ de diamètre. Le rapport des sections du métal et du mortier y était de $\frac{1}{31,8}$ tandis qu'il était de $\frac{1}{17,2}$ dans la série précédente. Comme on devait s'y attendre, l'allongement des armatures a augmenté quand leur section relative diminuait. Dans le prisme 54, formé de mortier dosé à 600^{kg}, il a été de $0^{mm},12$, tandis qu'il n'était que de $0^{mm},06$ dans le prisme n° 64 de la première série.

» Il semblerait que la dilatation, qui met les armatures en tension préalable, ne peut avoir que des avantages et qu'elle donne au ciment pur la supériorité sur les mortiers plus ou moins riches, pour les maçonneries armées et immergées, parce que sa dilatation est bien plus grande que celle des bétons ou mortiers. En fait, d'importantes réserves à cette déduction sont commandées par les expériences qui viennent d'être faites, sur ma demande, au Laboratoire de l'École des Ponts et Chaussées, et dont je me propose de rendre compte dans une prochaine Communication.

» *Prismes conservés à l'air.* — Au lieu de se dilater comme dans l'eau, les ciments et mortiers se contractent dans l'air, mais en suivant une loi moins régulière.

» Pendant les six à dix premières heures, ceux que j'ai faits au moyen de ciment supportant après douze heures l'aiguille de Vicat ont éprouvé des raccourcissements considérables, atteignant $0^{mm},60$; puis le retrait s'est arrêté pendant trois jours et a même été remplacé par une très légère dilatation, puis il a repris avec une vitesse décroissante et beaucoup moindre que pendant les premières heures de la prise. La durée de l'arrêt de la contraction a coïncidé avec la période pendant laquelle le prisme se desséchait et la température du mortier, maintenue d'abord inférieure à celle de l'air ambiant, par l'évaporation de l'eau, s'en rapprochait peu à peu. La dilatation due aux variations de température a pu jouer alors un rôle prédominant et masquer la contraction produite par la prise du ciment.

» En somme, si l'on complète les résultats de mes essais au moyen des expériences de longue durée exécutées à l'École des Ponts et Chaussées et par M. Meier et Schuman, on peut dire que le ciment pur et non armé qu'on conserve dans l'air subit, en quelques heures, une contraction voisine de $0^{mm},5$ par mètre, que cette contraction atteint 1^{mm} en quinze jours à un mois, et qu'en deux ou trois ans elle arrive au maximum de $1^{mm},5$ à 2^{mm} (¹).

» Les chiffres relatifs au prisme n° 61 prouvent que les ciments armés se contractent suivant une loi continue et régulière et qu'ils diffèrent, par suite, à cet égard, des ciments non armés. On l'expliquera plus loin.

» Pour calculer la pression que subit l'armature d'un prisme conservé à l'air dont on a mesuré le raccourcissement, et en déduire les valeurs des efforts qui se développent dans le métal et le mortier, on fait un calcul identique à celui qui a été indiqué ci-dessus en détail pour le prisme 62 conservé dans l'eau. On trouve les chiffres suivants :

» Dans le prisme armé en ciment pur n° 61, l'armature supportait une pression moyenne de 5^{kg} par millimètre carré et le ciment une tension moyenne de $28^{kg},7$ par centimètre carré. Au milieu de la longueur du prisme, les maxima devaient être voisins de $6^{kg},25$ pour la pression du fer et de 36^{kg} pour la tension du ciment.

» Dans le prisme n° 63 de mortier à 600^{kg}, l'armature supportait une pression moyenne de 2^{kg} par millimètre carré et le ciment une tension moyenne de 11^{kg} par centimètre carré.

» De ces chiffres et d'autres, obtenus au moyen de prismes constitués comme le n° 54 cité plus haut, il semble résulter que la tension intérieure développée, dans un prisme de mortier, par l'action d'armatures métalliques de section suffisante, est, à chaque phase de la prise, voisine de la

(¹) Ces résultats ont été, en ce qui concerne les vingt premiers jours de prise, confirmés par quatre autres expériences dont il est inutile de rendre compte et où j'ai mesuré les allongements au moyen de miroirs tournants.

résistance à la rupture par traction que possède, au même âge, un mortier identique essayé sans armatures. Cela explique que le raccourcissement des prismes armés augmente régulièrement, comme on l'a vu plus haut.

» Ce fait pouvait être prévu, car la diminution que la solidarité avec l'armature impose au retrait que le ciment ou le mortier tend à prendre est, dès le début de la prise, très supérieure à l'allongement élastique dont il est capable. Le ciment ou mortier armé qu'on conserve à l'air est donc, pendant toute la durée de sa prise, étiré au delà de sa limite d'élasticité et il doit, par suite, avoir une tension égale à sa résistance maximum au même âge, puisque cette résistance reste sensiblement constante au delà de la limite d'élasticité, comme je l'ai démontré dans la Communication faite le 12 décembre 1898 à l'Académie.

» On remarquera que la contraction du fer et, par suite, la tension du ciment qui l'a produite n'ont progressé notablement que pendant vingt-huit jours. L'arrêt de la progression a coïncidé avec l'apparition de fissures transversales dans le prisme formé de mortier de ciment pur.

» On doit rapprocher de ce fait les fissures observées souvent dans les massifs en mortier de ciment pur exposés à l'air sec, que des armatures intérieures ou des liaisons extérieures empêchent de prendre librement leur retrait. Il y a là un défaut grave qui, si l'on ne réussissait pas à le corriger, ferait écarter l'emploi hors de l'eau du ciment pur et des mortiers très riches, dans tous les cas où le retrait n'est pas absolument libre, et il semble que cette condition n'est presque jamais réalisée, car le retrait de toute maçonnerie est gêné par l'invariabilité du sol de fondation ou des assises inférieures qui se sont déjà contractées.

» A l'œil, on ne voit pas de fissures dans les mortiers renfermant, au plus, 600^{kg} de ciment par mètre cube de sable, qui sont conservés à l'air sec, mais je ne saurais encore dire s'il ne s'y produit pas de fissures capillaires. »

CORRESPONDANCE.

M. le **Maire de Nuits-Saint-Georges** invite l'Académie à se faire représenter à l'inauguration du monument élevé à la mémoire de *Félix Tisserand*, qui aura lieu à Nuits-Saint-Georges le 15 octobre prochain.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur un développement d'une fonction holomorphe à l'intérieur d'un contour en une série de polynomes.* Note de M. **Renaux**, présentée par M. Picard.

« M. Picard a donné (*Comptes rendus*, année 1879; *Cours d'Analyse*, t. II, p. 288) un élégant développement pour une fonction holomorphe à l'intérieur de l'aire limitée par une ellipse. On peut facilement généraliser ce développement. Soient un contour simple S, et $z_1 = f(z)$ la fonction qui représente d'une manière conforme l'aire extérieure à S sur l'aire extérieure à un cercle C du plan des z_1 ayant l'origine pour centre, les points à l'infini se correspondant. On aura

$$z_1 = kz\left(1 + \frac{a_1}{z} + \frac{a_2}{z^2} + \ldots + \frac{a_p}{z^p} + \ldots\right),$$

et, en posant $z_1 = ku$,

$$u = z\left(1 + \frac{a_1}{z} + \frac{a_2}{z^2} + \ldots + \frac{a_p}{z^p} + \ldots\right),$$

$$z = \varphi(u) = u\left(1 + \frac{b_1}{u} + \frac{b_2}{u^2} + \ldots + \frac{b_p}{u^p} + \ldots\right),$$

les coefficients b étant convenablement choisis. Soit R_0 le module de u pour lequel le développement de z cesse d'être convergent. Si u parcourt le cercle C_0 de rayon R_0, z décrira une courbe S_0 qui sera comprise à l'intérieur du contour S, si ce contour est formé tout *entier* d'un seul arc régulier de courbe analytique, et qui coïncidera avec S dans le cas contraire. Aux différents cercles concentriques à C_0 et extérieurs correspondront des *courbes de niveau* extérieures à S_0 et si u parcourt la couronne limitée par deux cercles C_1 et C_2 concentriques à C_0 et de rayons R_1 et R_2 $(R_1 > R_2 > R_0)$, z décrira l'aire limitée par deux courbes de niveau S_1 et S_2 (S_1 extérieure à S_2).

» Soient x un point quelconque de cette aire et z un point quelconque extérieur à S_1. Soient u et U les valeurs correspondantes, u situé entre les cercles C_1 et C_2, U extérieur à C_1. On aura

$$\operatorname{Log}(U - u) = \operatorname{Log} U - \sum_1^\infty \frac{1}{p}\left(\frac{u}{U}\right)^p.$$

Or, si l'on considère le développement de u^p suivant les puissances dé-

croissantes de x, on obtiendra, en s'arrêtant au terme en $\frac{1}{x}$, un polynome de degré p et l'on pourra écrire

$$u^p = P_p(x) + Q_p(x) = P_p(x) + R_p(u),$$

$Q_p(x)$ étant une fonction holomorphe à l'intérieur de S_0 et s'annulant à l'infini. Si l'on exprime la fonction $Q_p(x)$ par rapport à u, on obtiendra une nouvelle fonction $R_p(u) = Q_p(x)$, procédant suivant les puissances positives de $\frac{1}{u}$ à l'extérieur du cercle C_0.

» Or, on peut écrire

$$\operatorname{Log}\left(\frac{U-u}{z-x}\right) + \operatorname{Log}(z-x) = \operatorname{Log} U - \sum_{p=1}^{p=\infty} \frac{1}{p}\frac{P_p(x)}{U^p} - \sum_{p=1}^{p=\infty} \frac{1}{p}\frac{R_p(u)}{U^p},$$

et il est facile de démontrer que l'on a

$$(1) \qquad \operatorname{Log}(z-x) = \operatorname{Log} U - \sum_{p=1}^{p=\infty} \frac{1}{p}\frac{P_p(x)}{U^p},$$

$$(2) \qquad \operatorname{Log}\left(\frac{z-x}{U-u}\right) = \operatorname{Log}\left[\frac{\varphi(U)-\varphi(u)}{U-u}\right] = \sum_{p=1}^{p=\infty} \frac{1}{p}\frac{R_p(u)}{U^p}.$$

» Le premier développement est absolument et uniformément convergent pour les valeurs de x comprises à l'intérieur du contour S_1, z étant extérieur à S_1 ou sur ce contour. La série (1) peut être dérivée soit par rapport à z, soit par rapport à x, et toute fonction holomorphe à l'intérieur d'une courbe de niveau S_1 (S_1 pouvant se réduire à S_0) est développable en série procédant suivant les polynomes $P_p(x)$, ($P_0 = 1$) ou bien les polynomes dérivés $P'_p(x)$. Ce développement exige qu'on connaisse les valeurs de la fonction sur le contour S_1. Les polynomes $P_p(x)$ restent les mêmes pour les différentes courbes de niveau. Enfin, le développement (2) est valable pour tous les points z et x extérieurs à S_0 ou, ce qui revient au même, pour les points U et u extérieurs au cercle C_0.

» Si l'on pose

$$x = \xi + i\eta, \qquad z = X + iY, \qquad r^2 = (X-\xi)^2 + (Y-\eta)^2,$$
$$U = R(\cos\Omega + i\sin\Omega), \qquad P_p(x) = G_p(\xi,\eta) + iH_p(\xi,\eta),$$

on aura pour $\operatorname{Log} r$ le développement suivant :

$$(3) \qquad \operatorname{Log} r = \operatorname{Log} R - \sum_{p=1}^{p=\infty} \frac{1}{pR^p}[G_p(\xi,\eta)\cos p\Omega + H_p(\xi,\eta)\sin p\Omega],$$

et toute fonction harmonique à l'intérieur d'une courbe de niveau S_1 est développable en série absolument et uniformément convergente à l'intérieur de S_1 et procédant suivant les polynomes $G_p(\xi, \eta)$ et $H_p(\xi, \eta)$ $(H_0 = 0, G_0 = 1)$.

» Les développements (1), (2) et (3) permettent de déterminer d'une façon simple les fonctions fondamentales pour le plan, analogues aux fonctions fondamentales trouvées par M. Poincaré dans le cas de l'espace. Je me réserve de revenir ultérieurement sur cette question. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur diverses expériences destinées à confirmer l'hypothèse d'Ampère, relative à la direction de l'action élémentaire électromagnétique* [1]. Note de M. **W. de Nikolaiève**, présentée par M. Poincaré.

« Un électro-aimant tubulaire NS (*fig.* 1) peut tourner autour d'un fil de suspension. Une extrémité Z du circuit de l'électro plonge dans le mercure du godet A; l'autre extrémité M est reliée par un fil ML au mercure du godet annulaire LE invariablement lié à l'électro. Le fait que le fil ML est lié invariablement à l'électro permet au reste du circuit ABCDELMZA de manifester son couple magnétique lorsque ce circuit est parcouru par un courant; on observe en effet une rotation énergique de l'électro NS.

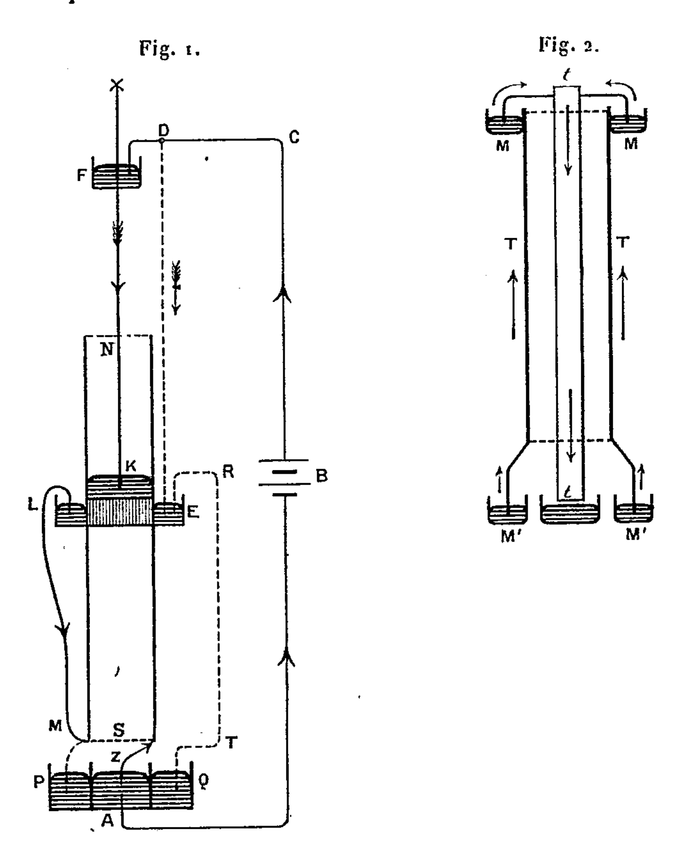
» Si, maintenant, le fil ML de la *fig.* 1 est supprimé et que l'extrémité M du circuit de l'électro communique non plus avec le godet L, mais avec le godet annulaire PQ qui communique lui-même par le conducteur TR avec le godet LE, l'électro-aimant reste au repos. Mais la rotation de l'électro reprend avec la même énergie que dans le premier cas, si l'on place le fil DE dans l'intérieur de l'électro creux et si l'on immerge l'extrémité de ce fil dans le mercure K relié avec celui du godet L. On observe la même rotation si l'on solidarise le conducteur FK avec l'électro et qu'on dispose en F un godet à mercure pour permettre un contact liquide.

» Pour comparer entre eux les couples moteurs, on démonte le conducteur RT et l'on rétablit la communication ML; alors l'électro redevient immobile. Les deux modes de disposition du conducteur FK à l'intérieur de l'électro sont donc équivalents; mais, comme dans le second cas le courant FK était inactif, il doit l'être aussi dans le premier, quand il était fixe

(1) Travail fait au laboratoire de Physique du prince Boris Galitzine, membre de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg.

et indépendant de l'électro. Comme, d'autre part, les pôles élémentaires sont symétriques autour du courant, il faut admettre que les réactions élémentaires passent par le courant et que le couple total autour de l'axe est par suite égal à zéro.

» Ordinairement on dit que, quand le courant FK est fixe, son action est prépondérante et détermine la direction de la rotation ; en réalité, cela ne serait vrai que pour un aimant libre non lié à l'axe fixe. Dans le cas du courant solidaire avec l'électro, on dit que c'est la solidarité qui permet la rotation ; en réalité, dans les deux cas, les courants sont inactifs et la plus grande partie du couple moteur est formée des couples magnétiques développés par la partie CB du courant.



» On place entre les deux armatures d'un électro-aimant de Faraday le système suivant : un tube creux T (*fig.* 2) parcouru de bas en haut par un courant qui peut redescendre par une tige *tt* de laiton, placée à l'intérieur du tube T.

» Ce système possède un champ intérieur, comme un *courant solénoïdal*, mais n'admet pas de champ extérieur.

» *Première expérience.* — Si le courant parcourt le tube T sans redescendre par la tige *tt*, on observe un mouvement énergique de T dans le champ magnétique; de même, on observe un mouvement énergique de *tt* parcouru par le courant à l'exclusion de T.

» *Deuxième expérience.* — On lie invariablement la tige *tt* avec le tube T et on les fait parcourir par le courant comme il est indiqué sur la *fig.* 2. On ne constate plus alors qu'une *faible* rotation du système, attribuable à un défaut d'uniformité dans la répartition du courant dans le tube T.

» *Troisième expérience.* — Dans le dispositif précédent (*fig.* 2), on laisse le tube T et la tige *tt* indépendants l'un de l'autre dans leurs mouvements. On observe alors, comme dans la première expérience, que la tige *tt* et le tube T se déplacent énergiquement à travers les lignes de force du champ magnétique extérieur; la tige *tt* se déplace *en sens inverse* du tube T. Cela démontre que l'équilibre approché de la deuxième expérience résultait de l'opposition des actions mécaniques exercées sur le tube T et sur la tige *tt*.

» En d'autres termes : le champ magnétique *extérieur* du système (T, *tt*) est nul, comme pour un courant solénoïdal; mais le champ extérieur de l'électro-aimant de Faraday agit séparément sur le tube T et sur la tige *tt*, bien qu'il n'agisse pas sur leur ensemble supposé rigide; même dans ce dernier cas, le champ de l'électro-aimant agit encore par les tensions et pressions élastiques qu'il provoque dans le conducteur.

» Donc toujours les phénomènes se produisent comme si les champs magnétiques de tous les courants linéaires d'un système solénoïdal subsistaient indépendamment les uns des autres, malgré l'absence de force magnétique à l'extérieur du solénoïde. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur les poteries égyptiennes.* Note de M. H. Le Chatelier.

« Les statuettes funéraires de l'ancienne Égypte, avec leur pâte sableuse, souvent très friable, et leur éclatante couverte bleue, ont depuis longtemps attiré l'attention des céramistes. De nombreuses tentatives ont été faites, le plus souvent sans grand succès, pour arriver à leur reconstitution synthétique. Parmi ces recherches, les plus connues sont celles de Salvétat, effectuées à la manufacture de Sèvres; elles sont résumées dans une Note

de la dernière édition du Traité de Brongniart (t. II, p. 772). Voici la conclusion de ce travail :

» Il est vraisemblable que ces figurines étaient faites en les sculptant dans des grès naturels, encore tendres par suite de la conservation de leur eau de carrière.

» La composition indiquée pour la couverte serait un verre bleu correspondant à la formule

$$2,3SiO^2(0,58Na^2O.0,15CaO.0,27CuO).$$

» J'ai pu reprendre l'étude de cette question, grâce à l'obligeance de M. de Morgan qui a mis à ma disposition un grand nombre d'échantillons de statuettes recueillies dans les fouilles faites sous sa direction en Egypte. La conclusion de ces recherches a été, sur tous les points, différente de celle de Salvétat.

» *Pâtes.* — Voici d'abord l'analyse d'un certain nombre de pâtes, choisies de façon à représenter les différents types de fabrication; on y a joint l'analyse d'un grès naturel d'Égypte :

	1.	2.	3.	4.	Grès.
Silice (diff.)	94,4	92,3	93,9	95,3	93,8
Alumine	2,4	1,1	1	1,6	1,0
Oxyde de fer....	0,2	0,3	0,13	0,4	0,25
Chaux	1,3	0,6	1,7	1,65	0,07
Magnésie	»	»	»	»	2,7
Manganèse	»	2,4	»	»	»
Oxyde de cuivre..	0,5	0,8	0,84	0,4	»
Soude	1,2	2,5	2,4	0,64	»
Eau	»	»	»	»	1,5

» 1. *Saqqarah* (Memphis). *Saïte.* — Pâte blanche, sableuse, à grain grossier; assez tendre. Couverte épaisse, bleue, de ton uniforme. C'est un des types les plus fréquents.

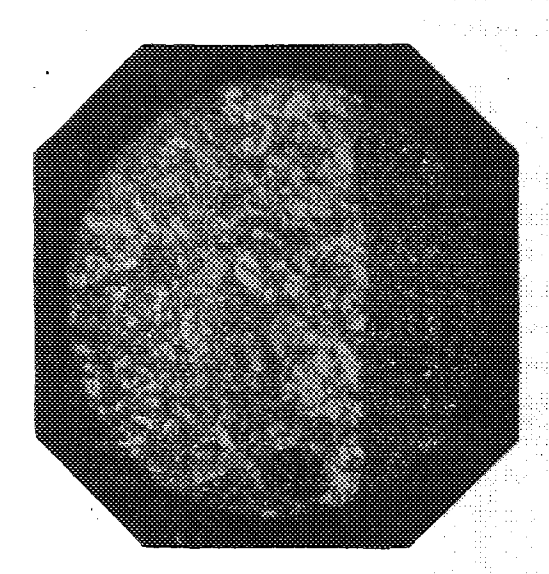
» 2. *Gournah* (Thèbes). XXe dyn. — Pâte grossière, colorée en brun par le manganèse, agglomérée par la soude, assez dure. Couverte violacée.

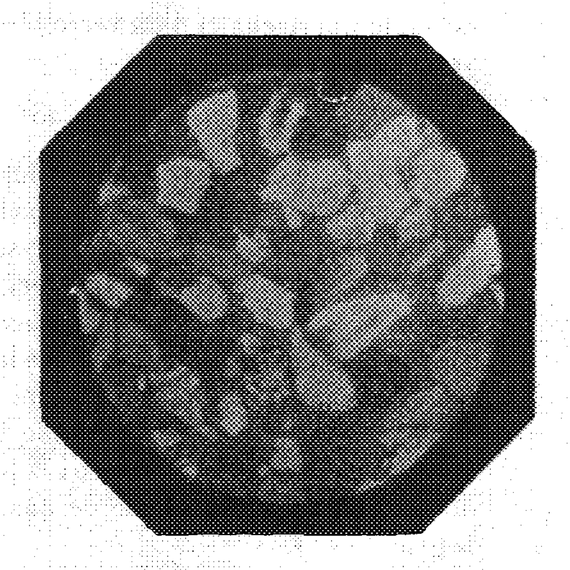
» 3. *Saqqarah. Saïte.* — Pâte dure assez fine, agglomérée par la soude, colorée par le cuivre. Couverte bleu foncé.

» 4. *Saqqarah. Ptolémaïque.* — Pâte très fine et assez tendre, moulages délicats; glaçure verte, très mince.

» La présence, dans ces pâtes, de bulles d'air à peu près sphériques, suffirait pour prouver qu'elles ont été primitivement gâchées avec de l'eau. On a d'ailleurs trouvé en Égypte quelques restes des moules en terre cuite qui avaient servi à les façonner. Mais on peut donner une preuve plus

directe de la différence absolue qui existe entre les grès naturels et les pâtes de ces statuettes, en en faisant au microscope polarisant un examen comparatif sur plaques minces. Les deux photographies ci-dessous reproduisent, à un grossissement de 35 diamètres, les coupes du grès naturel et de la statuette n° 1, placées entre deux nicols croisés à 45°.





» La pâte de la statuette est composée de grains de sable, anguleux et très fins, double caractère que ne possède jamais le quartz des sables et grès naturels. Le sable employé avait donc subi un broyage très avancé, qui contribuait à augmenter la plasticité de pâtes très pauvres en argile, comme l'indique leur faible teneur en alumine.

» *Couverte.* — La composition indiquée par Salvétat donne une couverte vitreuse qui, suivant l'épaisseur, varie du bleu très pâle au bleu presque noir. La caractéristique des couvertes égyptiennes est, au contraire, de présenter, malgré des variations inévitables d'épaisseur, une uniformité absolue de ton; les couvertes ne sont pas transparentes, mais seulement translucides; ce sont des pâtes colorées, analogues à celles de porcelaine, employées comme engallée, et ayant reçu seulement un glaçage superficiel. L'examen microscopique d'une coupe transversale montre immédiatement la composition de ces couvertes; elles sont composées de grains de sable quartzeux dont les intervalles sont remplis par un verre bleu au cuivre. On le voit très nettement, à la reproduction près des couleurs, sur la photographie donnée plus haut qui comprend pâte et couverte juxtaposées. La

couverte correspond à la bande plus claire de largeur variable (10^{mm} à 20^{mm}) qui limite la coupe sur un des côtés. Si l'on ne pouvait à la vue directe observer le verre bleu, on serait tenté de croire que la totalité de la coupe se rapporte à une pâte sableuse de constitution uniforme.

» On obtient une couverte semblable avec un mélange à poids égaux de sable quartzeux et d'un verre bleu, broyés très fins tous les deux. Le verre ayant la composition

$$4SiO^2.0,33CuO.0,67Na^2O,$$

cette couverte cuite à 1000° est complètement mate. On la glace en la badigeonnant avec une solution de carbonate de soude et chauffant quelques instants au point de fusion de ce sel, soit 800°. Un chauffage trop prolongé, ou à température trop élevée, fait de nouveau disparaître le glaçage, aussi bien sur les statuettes égyptiennes que sur leurs reproductions.

» J'ai l'honneur de mettre sous les yeux de l'Académie une petite statuette obtenue par les procédés indiqués ci-dessus. La pâte est composée de 5 parties d'argile et 95 de sable broyé; la couverte, de 20 parties de sable broyé et 80 de verre bleu; la proportion du sable est trop faible pour donner l'uniformité absolue de nuance; elle a été adoptée pour faciliter le glaçage [1]. »

La séance est levée à 3 heures et demie.

J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 4 septembre 1899.

(*Suite.*)

De la persistance du trou de Botal et de sa valeur fonctionnelle, par le Dr Louis Vervaeck. (Mémoires couronnés et autres Mémoires publiés par l'Académie royale de Médecine de Belgique. Collection in-8°, t. XV, fasc. 4.) Bruxelles, 1899; 1 fasc. in-8°.

---

[1] Tous ces essais de reproduction de pâtes et couvertes égyptiennes ont été faits aux ateliers de Glatigny.

An account of the Crustacea of Norway, with short descriptions and figures of all the specie, by G.-O. Sars. Vol. II : *Isopoda.* Parts XIII, XIV. *Cryptoniscidæ, appendix.* Bergen, 1899; 1 fasc. in-4°.

Observaciones meteorologicas de provincias, 1895-1896. *Observaciones meteorologicas de Madrid,* 1896-1897. Madrid, 1899; 2 vol. in-8°.

Observations and researches made at the Hongkong observatory, in the year 1898, by W. Doberck. Hongkong, 1899; 1 fasc. petit in-f°.

Boletin de la Sociedad geografica de Madrid. T. XLI, segundo trimestre de 1899. Madrid, 1899; 1 vol. in-8°.

The Journal of electricity power and gas. Vol. VIII, n° 1. San Francisco, 1899; 1 fasc. in-4°.

Archives des Sciences biologiques, publiées par l'Institut impérial de Médecine expérimentale à Saint-Pétersbourg. T. VII, n° 3. Saint-Pétersbourg, 1899. (Édition française.)

Ouvrages reçus dans la séance du 11 septembre 1899.

Étude sur les moyens de prévenir les collisions en mer, état actuel de la question (août 1899), par Léon et Cosme de Somzée. Paris, impr. E. Kapp, 1899; 1 fasc. in-8°.

Sur un Trichophyton *du cheval, à cultures lichénoïdes* (Trichophyton minimum), par Le Clavé et le Dr H. Malherbe. Paris, Carré et C. Naud, 1899; 1 fasc. in-8°.

Actes de la Société linnéenne de Bordeaux, vol. LIII, 6e série, t. III. Bordeaux, 1898; 1 vol. in-8°.

Revue générale de Botanique, dirigée par M. Gaston Bonnier, Membre de l'Institut; t. XI, n° 128. Paris, Paul Dupont, 1899; 1 fasc. in-8°.

Institut des Actuaires français. Bulletin trimestriel. Xe année, n° 37. Paris, L. Dulac, 1899; 1 fasc. in-8°.

Systems of circles analogous to Tucker circles, by J.-A. Third. (Extr. from the *Proceedings of the Edinburgh mathematical Society,* vol. XVII, session 1898-99.) (With compliments from Mr J.-A. Third.)

Studies in the gold-bearing slates of Nova Scotia, by J.-Edmund Woodman. Boston, 1899; 1 fasc. in-8°.

Moniloporidæ, a new family of palaeozoic corals, by Amadeus-W. Grabau. Boston, 1899; 1 fasc. in-8°.

Some hydroids from Puget Sound, by Gary-N. Calkins. Boston, 1899; 1 fasc. in-8°.

North american wood frogs, by REGINALD-HEBER HOWE. Boston, 1899; 1 fasc. in-8°.

Revision of the Jumping Mice of the genus Zapus, by EDWARD-A. PREBLE. Washington, 1899; 1 fasc. in-8°.

Volta Bureau. Marriages of the deaf in America, by EDWARD-ALLEN FAY. Washington, 1898; 1 vol. in-8°. (With the compliments of the *Volta Bureau.*)

Consideraciones sobre la voz humana, por el Dr ANTONIO DE GORDON Y DE ACOSTA. Habana, 1899; 1 fasc. in-8°.

Détermination relative de la pesanteur à Helsingfors, précédée d'un aperçu sur les formules de réduction, par OTTO SAVANDER. Helsingfors, 1898; 1 fasc. in-8°.

Sur les phénomènes de lumière, naturels et artificiels, de la nature de l'aurore boréale : Observations faites aux stations de Sodankyla et de Kultala. Helsingfors, 1898; 1 fasc. in-4°.

Ueber die geologische Entwicklung der halbinsel Kola in der Quartärzeit, von WILHELM RAMSAY. Helsingfors, 1898; 1 fasc. in-8°.

Syntes af fur och furylbernstenssyra, af S.-S. SANDELIN. Helsingfors, 1899; 1 fasc. in-8°.

Studien über die Marktmilch in Helsingfors mit besonderer Hinsicht auf den Bakteriengehalt derselben, von OSKAR VON HELLENS. Helsingfors, 1899.

Experimentelle Untersuchungen über peritoneale Infection mit Streptococcus, von AXEL WALLGREN. Helsingfors, 1899; 1 fasc. in-8°.

Die Nierensyphilis. Erste Hälfte, von J.-J. KARVONEN. Helsingfors, 1899; 1 fasc. in-8°.

Patologisk-anatomiska och kliniska studier öfver ovarialtumörer, af AXEL-R. LIMNELL. Helsingfors, 1898; 1 fasc. in-4°.

Sveriges offentliga bibliotek, Stockholm, Upsala, Lund, Göteborg, Accessions-katalog. 13, 1898. Utgifven af kongl. Biblioteket genom EMIL HAVERMAN. Stockholm, 1899; 1 vol. in-8°.

Memoirs of the Boston Society of natural History; vol. V, number 4, 5. Boston, 1899; 2 fasc. in-4°.

Rendiconto dell' Accademia delle Scienze fisiche e matematiche; serie 3a, vol. V, fasc. 6° e 7°. Napoli, 1899; 1 fasc. in-8°.

Kongliga svenska vetenskaps-Akademiens handlingar. Bd. 31. Stockholm, 1898-99; 1 vol. in-4°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 25 SEPTEMBRE 1899,

PRÉSIDÉE PAR M. MAURICE LÉVY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Études sur le triméthylène;* par M. BERTHELOT.

« Le triméthylène et le propylène fournissent l'exemple rare de deux isomères gazeux à la température ordinaire : leur condensation et leurs réactions chimiques sont semblables ; mais la chaleur de formation par les éléments, fort inégale ($-9^{Cal},4$ pour le propylène; $-17^{Cal},1$ pour le triméthylène), ainsi que la chaleur dégagée par la combinaison de ces deux gaz, tant avec le brome ($+29^{Cal},1$ pour le propylène; $+38^{Cal},5$ pour le triméthylène) qu'avec l'acide sulfurique (+16,7 pour $1\frac{1}{2}SO^4H^2$ avec le propylène; +25,5 avec le triméthylène), et avec l'eau (+16,5 alcool du propylène; +26,5 alcool du triméthylène); ces trois dernières inégalités, de signe contraire avec la première, ayant pour effet de ramener les

dérivés isomériques de même fonction à des chaleurs de formation par les éléments presque identiques. J'ai traduit ces phénomènes et caractérisé la relation thermique qui existe entre le propylène et le triméthylène, en les regardant comme représentant un genre nouveau d'isomérie, l'*isomérie dynamique*. On voit par là quel intérêt présente l'étude de ces deux carbures d'hydrogène : leur différence apparente, la plus saillante à première vue, est celle de la vitesse avec laquelle ils entrent en combinaison, cette vitesse étant notablement moindre pour le triméthylène que pour le propylène, malgré la relation contraire entre les quantités de chaleurs dégagées : mais, en général, il n'existe aucun rapport nécessaire entre la chaleur dégagée et la vitesse de combinaison.

» Au contraire, on peut dire que la transformation du triméthylène en propylène, devant être accomplie avec dégagement de chaleur ($+7^{Cal},7$), est possible directement; tandis que la transformation inverse ne le sera que par quelque cycle de réactions comportant une absorption d'énergie.

» En raison de l'intérêt qui s'attache à ces problèmes, il m'a semblé utile de soumettre à un nouvel examen les questions suivantes :

» Pureté du triméthylène et réaction comparée du brome sur ce carbure et sur le propylène; action du chlorure de zinc sur l'alcool propylique normal et sur le triméthylène; action de l'acide sulfurique sur les alcools propyliques; réactions comparées du zinc sur les deux bromures isomères; action d'une température voisine de 500° sur le propylène et sur le triméthylène. — Plusieurs de ces questions ont donné lieu, dans ces derniers temps, à une discussion entre des chimistes distingués, MM. Tanatar d'un côté (¹), Wolkoff et Menschutkine (²) d'un autre côté : les faits mêmes observés de part et d'autre ne me paraissent pas inconciliables, quoique les conclusions soient différentes. Je me bornerai à exposer mes propres observations.

I.

1. La première question qui se présente est relative à la pureté du triméthylène, c'est-à-dire à son mélange avec une certaine proportion de propylène, dans le cours de sa préparation.

» Ce fait, signalé en passant par M. Wagner (³), a été établi d'une façon plus com-

---

(¹) *Berliner Berichte*, t. XXIX, p. 1297; 1896; t. XXXII, p. 702; 1899.
(²) *Ibid.*, t. XXXI, p. 3067; 1898.
(³) *Ibid.*, t. XXI, p. 1236; 1888.

plète par MM. Wolkoff et Menschutkine, d'après lesquels la dose de propylène dans le mélange varierait de 13 à 39,5 pour 100 : en moyenne 20 à 25. Je l'ai également observé; mais ayant pris soin de récolter dans des vases successifs, sur le mercure, la totalité des gaz dégagés, j'ai reconnu que le propylène était surtout concentré dans les premiers produits de l'opération (¹). Il s'y trouve presque pur, tandis que sa dose dans les produits moyens et finaux devient faible, et même presque nulle : le triméthylène y devient, au contraire, de plus en plus pur.

» 2. Cette observation s'applique à mes expériences thermochimiques, ainsi que je m'en suis assuré expressément, en étudiant les flacons, datés et numérotés chacun suivant l'ordre du dégagement des gaz, qui renfermaient les portions de triméthylène non utilisées dans mes expériences antérieures, flacons que j'avais conservés depuis 1894.

» En effet, sur seize flacons de 250^{cc} chacun, j'avais mis de côté les huit premiers et utilisé seulement les suivants. Or, à partir du n° 5 de ces flacons eux-mêmes, j'ai vérifié récemment qu'il n'y avait pour ainsi dire plus de propylène. Toute dose de ce dernier augmenterait d'ailleurs les écarts thermiques signalés plus haut, un dixième répondant à 1^{Cal} environ. Les conséquences thermochimiques de mes expériences subsistent donc intégralement.

» 3. On sait que c'est par la réaction immédiate du brome que l'on peut constater la présence d'une proportion notable de propylène dans le triméthylène.

» Cette réaction a même été proposée, mais à tort à mon avis, pour séparer les deux gaz; le brome étant réputé absorber seulement le propylène, tandis que le triméthylène serait respecté. En réalité, il n'y a là qu'une différence de vitesse dans les réactions, laquelle ne permet guère que des conclusions qualitatives. Avant d'entrer dans plus de détails sur ce point, rappelons que le propylène forme un bromure qui bout à 142° et le triméthylène un bromure isomère, qui bout à 165°. Il est clair que la distillation fractionnée d'un mélange de ces deux bromures, à moins d'opérer sur des poids considérables, ne fournit, elle aussi, que des indications qualitatives. Quant au produit obtenu en faisant agir le mélange des deux gaz sur le brome, sa composition par rapport aux deux bromures dépendra de la durée et des conditions du contact : le propylène ayant été beaucoup plus vite absorbé.

» 4. Avant de fournir quelques données nouvelles à cet égard, je rappellerai que j'emploie, pour absorber quantitativement les carbures d'hydrogène gazeux au sein d'un mélange, le brome liquide en présence de l'eau, depuis 1857, et cela dans des conditions dont le détail précis est donné aux *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, tome XII, page 297; 1877. C'est à ces conditions que se rapportent les indications suivantes.

» J'ajouterai que j'opère sur 15^{cc} à 20^{cc} de gaz; le volume du brome liquide employé est voisin de $0^{cc},15$ à $0^{cc},20$ au plus, c'est-à-dire capable d'absorber 25^{cc} à 30^{cc} d'éthylène pur, 35^{cc} à 40^{cc} de propylène pur, etc.

» L'emploi du brome liquide est indispensable pour une absorption immédiate de ces gaz. L'eau bromée ne donne une action complète, sur le propylène notamment, que

(¹) 50^{gr} bromure de triméthylène rectifié expressément à point fixe, pour 65^{gr} de zinc en poudre; 100^{cc} alcool à 75 degrés : le tout chauffé au bain-marie entre 60° et 70°.

par une action prolongée et en présence d'un volume d'eau considérable, laquelle eau exerce une action dissolvante propre très marquée et cède en sens inverse aux gaz une partie de l'air qu'elle renfermait.

5. Par exemple 13^{cc},0 de propylène pur, agités pendant quelques minutes avec 25^{cc} d'eau bromée saturée, ne lui ont cédé que 1^{cc},5, et cela sans la décolorer; 200^{cc} d'eau bromée n'ont absorbé de même que 5^{cc} de propylène. Une dissolution de brome dans le bromure de potassium n'a pas été plus efficace.

» Si l'on opère avec le brome liquide, sous une couche d'eau, le tout contenu dans un petit tube que l'on introduit au sein du tube à analyse, l'absorption du propylène est au contraire assurée et rapide. Les vapeurs de brome qui arrivent tout d'abord au contact du gaz disparaissent et le mélange *se décolore* aussitôt. Ce caractère, joint à l'absorption immédiate, sous l'influence de deux ou trois secousses énergiques, permet de constater à l'instant l'existence du propylène dans le triméthylène.

» 6. Le triméthylène, au contraire, laisse d'abord subsister un excès de brome gazeux, le mélange ne se décolorant qu'après un certain temps. D'après ces signes, on peut aisément constater la présence d'une dose voisine d'un dixième, ou plus, de propylène dans le triméthylène. Cette constatation étant faite en une fraction de minute, on laisse retomber le petit tube à brome hors de l'éprouvette graduée, et l'on absorbe avec une pastille de potasse l'excès de brome, contenu tant dans l'eau que dans l'atmosphère gazeuse de l'éprouvette graduée. Le résidu gazeux peut être regardé comme du triméthylène privé de propylène.

» Cependant, il faut se garder d'attribuer au propylène seul la mesure du volume absorbé par le brome. En effet, ce dernier absorbe toujours une certaine dose de triméthylène, en partie par réaction chimique (formation du bromure), en partie aussi par une action chimicophysique de dissolution, le brome exerçant une telle action dissolvante (et même considérable) sur une multitude de composés organiques.

» Le triméthylène ainsi dissous d'abord entre ensuite peu à peu en combinaisons.

» 7. Voici quelques données numériques, relatives à ces actions dissolvantes complexes du brome sur le triméthylène.

» 13^{cc},9 de triméthylène, obtenu à la fin d'une préparation, c'est-à-dire pur ou sensiblement, ont été agités une seule fois avec 0^{cc},15 de brome liquide, en présence de l'eau. Aussitôt, on a séparé le tube à brome, éliminé l'excès de sa vapeur par la potasse, et mesuré l'absorption, soit 1^{cc},9. Toutes ces opérations n'ont pas duré une minute.

» La dose de brome employée aurait dû en absorber vingt fois autant, si elle avait été changée en bromure de triméthylène.

» Une seconde opération, faite sur les 12^{cc},0 restants, avec 0^{cc},15 de brome liquide, a laissé 10^{cc},0 : soit 2^{cc},0 absorbés.

» 10^{cc},0 du résidu ont été mis de nouveau en présence d'un volume de brome liquide beaucoup plus petit, soit 0^{cc},05. Cette fois, en opérant de même, l'absorption a été 0^{cc},8.

» Les 9^{cc},2 restants ont été mis, une quatrième fois, en présence de 0^{cc},15 de brome liquide. On a secoué deux fois, au lieu d'une. L'absorption finale a été de 2^{cc},2.

» A aucun moment de ces opérations successives, l'atmosphère gazeuse ne s'est décolorée, si ce n'est par l'addition de potasse, qui précède chaque mesure. On voit que l'absorption est progressive.

» Si l'on agite 250^{cc} de triméthylène dans un flacon avec quelques grammes de brome liquide, en entr'ouvrant le flacon sur l'eau de temps en temps, on constate également cette absorption progressive, et, au bout d'un temps considérable d'agitation continue, elle devient *totale*, comme je l'ai vérifié expressément sur quatre échantillons distincts.

» Ceci rappelle les conditions efficaces de l'absorption de l'éthylène par l'acide sulfurique concentré; conditions qui contrastent pareillement avec l'absorption immédiate du propylène par le même acide : la chaleur totale dégagée dans les deux cas est d'ailleurs à peu près la même. Malgré cette diversité d'action de l'acide sulfurique, la constitution du propylène et celle de l'éthylène sont réputées semblables.

» Ces détails peuvent sembler minutieux; mais ils m'ont paru nécessaires pour bien établir la caractéristique du triméthylène obtenu vers la fin de la préparation. En résumé, ce gaz semble à peu près pur, en raison du caractère lent des réactions et surtout en raison de la similitude des absorptions successives.

» Le flacon qui avait fourni l'échantillon sur lequel ont été faites les analyses précédentes est celui que j'ai mis en œuvre dans les expériences qui vont suivre.

II.

» *Action du chlorure de zinc sur l'alcool propylique normal.* — Le chlorure de zinc anhydre étant placé dans une cornue tubulée et chauffé, j'ai fait tomber sur lui peu à peu de l'alcool propylique normal, 16^{gr} de ce liquide ont fourni :

Carbures gazeux, 3^{lit}, 25; soit, en les calculant comme C^3H^6..	5^{gr},1
Carbures liquides et corps analogues..........................	3,0
Alcool inaltéré..	2,9
Eau..	4,1
	15,1
Perte..	0,9

» Les gaz étaient constitués en majeure partie par du propylène, exempt de triméthylène, mais mélangés avec une certaine proportion d'hydrogène et d'hydrure de propyle, proportion qui a varié entre 40 et 17 centièmes.

» Vers la fin, les gaz renfermaient en outre 4 centièmes d'éthylène.

» Ils ont fourni du bromure de propylène bouillant à 142° et non plus haut. J'ai fait les mêmes observations en décomposant l'alcool isopropylique par le chlorure de zinc; ce qui a fourni du propylène exempt de triméthylène, et le bromure correspondant.

» L'analyse des mélanges contenant du propylène, du triméthylène et même de l'éthylène s'exécute de la manière suivante :

» D'une part, on traite les gaz (desséchés avec KHO solide), sur le

mercure, par l'acide sulfurique concentré, qui absorbe le propylène (et le triméthylène, s'il y en avait). Le résidu est transporté sur l'eau, avec les précautions que j'ai décrites dans le Mémoire précité (*Annales*, 5e série, t. XII, p. 299) et traité par le brome, qui absorbe l'éthylène, s'il y a lieu. Le second résidu est ramené sur le mercure, desséché, et soumis à l'analyse eudiométrique par détonation avec l'oxygène : ce qui indique les carbures forméniques et l'hydrogène.

» D'autre part, le même gaz est traité rapidement sur l'eau par le brome, qui absorbe le propylène et, s'il y a lieu, l'éthylène (ainsi qu'un peu de triméthylène). Le résidu est ramené sur le mercure et traité par l'acide sulfurique concentré, qui absorbe le triméthylène (ou, du moins, la portion non absorbée par le brome). Puis on fait sur le mercure l'analyse eudiométrique du résidu, laquelle doit fournir le même résultat que plus haut.

» Je me suis assuré par des essais synthétiques que cette marche permet de reconnaître avec certitude la présence du triméthylène, mélangé à la dose de quelques centièmes avec le propylène. A la vérité, le dosage même du premier gaz n'est qu'approximatif, étant subordonné à la durée du contact avec le brome, comme je l'ai montré plus haut.

III.

» *Action de l'acide sulfurique sur les alcools propyliques.* — L'alcool propylique normal, mélangé avec deux fois et demie son poids d'acide sulfurique concentré, ne tarde pas à s'échauffer et à donner lieu à une action très vive. Parfois il est nécessaire de la provoquer par un léger échauffement initial. Le volume des gaz dégagés (après séparation de SO^2) est peu considérable : 10^{cc} par gramme d'alcool environ dans mes essais. — En opérant avec le concours de CO^2, j'ai recueilli séparément les premières parties et les dernières, ainsi que la portion principale. — Dans les trois fractions, après absorption de CO^2 et de SO^2, j'ai trouvé du propylène exempt de triméthylène. Les gaz renferment en outre, surtout à la fin, un peu d'oxyde de carbone et d'hydrure de propyle.

» L'alcool isopropylique, dans les mêmes conditions, a fourni également du propylène exempt de triméthylène, comme on pouvait s'y attendre.

» Ainsi, l'alcool propylique normal, engendré, d'après les auteurs, par le triméthylène, ne le régénère pas sous les influences déshydratantes du chlorure de zinc ou de l'acide sulfurique.

IV.

» *Action du chlorure de zinc sur le triméthylène.* — Dans une cloche courbe, dont la partie supérieure renfermait du chlorure de zinc préalablement fondu, puis solidifié, on a introduit, sur le mercure, 16^cc^,5 de triméthylène sec, aussi pur et exempt de propylène que possible. On a chauffé le chlorure de zinc doucement, de façon à le fondre, mais sans en élever la température jusqu'au point de distillation.

» Au bout d'une demi-heure, on a fait l'analyse. Le volume du gaz n'avait pas changé. Il renfermait 40 centièmes de propylène, immédiatement absorbable par le brome, avec décoloration de la vapeur (dosage approximatif). 60 centièmes de triméthylène (absorbable par SO^4H^2) subsistaient; sans doute parce que la réaction n'avait pas été assez prolongée.

» On voit que le chlorure de zinc transforme lentement le triméthylène en propylène à une température élevée. M. Gustavson a constaté une action semblable du bromure d'aluminium à froid sur le bromure de triméthylène : mais, dans cette circonstance, la transformation paraît précédée par la combinaison du bromure d'aluminium avec le bromure du carbure mis en œuvre.

» On conçoit, d'après mon expérience, pourquoi on n'obtient pas de triméthylène dans l'action exercée à chaud par le chlorure de zinc sur l'alcool propylique normal.

V.

» *Réactions comparées du zinc sur les bromures de triméthylène et de propylène.* — Cette réaction, opérée en présence de l'alcool, régénère, comme on sait, les carbures précédents, le propylène à l'état pur, le triméthylène étant changé en partie en propylène. J'ai vérifié que la réaction s'effectue avec une facilité très inégale sur les deux bromures, le triméthylène se dégageant régulièrement vers 60°-70°, tandis que le bromure de propylène est attaqué dès la température ordinaire (20°) : l'attaque est si rapide, en opérant sur 50^gr^ de bromure, que la masse s'échauffe de plus en plus et donne lieu à une évolution presque explosive.

» Une semblable résistance, plus marquée pour le bromure de triméthylène, surprend à première vue, surtout si l'on attribue au triméthylène une formule cyclique, hypothèse qui semblerait impliquer une stabilité

relative moindre dans les combinaisons du carbure avec le brome et avec les autres corps qui s'y unissent au delà des limites de la saturation supposée.

» On s'en rend compte, au contraire, si l'on observe que la séparation entre le brome et le carbure exige $9^{Cal},4$ de plus pour le triméthylène que pour le propylène. L'énergie nécessaire est empruntée à la chaleur de formation du bromure de zinc. En effet, la réaction définitive :

$C^3H^6Br^2 + Zn + \text{eau} = C^3H^6 + ZnBr^2$ dissous, dégage $+62^{Cal},3$ pour le propylène; $+52^{Cal},9$ pour le triméthylène.

VI.

» *Action de la chaleur sur le triméthylène et sur le propylène.* — Dans une cloche courbe en verre dur, on a introduit sur le mercure $19^{cc},0$ de triméthylène, aussi pur que possible. La partie supérieure de la cloche représentait la moitié environ de la capacité remplie de gaz. Elle a été entourée de clinquant, puis d'une toile métallique et chauffée sur un bec de gaz avec précaution, à une température qui peut être regardée comme voisine de 550° (¹), pendant vingt minutes. Après l'expérience, le volume du gaz a été trouvé égal à $19^{cc},2$, et l'on en a fait l'analyse par les actions successives : 1° de l'acide sulfurique et du brome; 2° du brome et de l'acide sulfurique.

» On a trouvé ainsi :

100 Volumes gaz initial.
101 Gaz après échauffement, c'est-à-dire :

4 Triméthylène inaltéré (approximatif).
76 Propylène.
7 Éthylène.
14 Hydrures C^nH^{n+2} et hydrogène.

» On voit que le triméthylène a été changé presque entièrement en propylène : une petite quantité subsistant encore après vingt minutes et une autre ayant été décomposée.

» D'autre part : $16^{cc},7$ de propylène (préparé avec son bromure, le zinc et l'alcool) ont été chauffés en cloche courbe, dans des conditions aussi

(¹) D'après les expériences similaires que j'ai eu occasion de faire avec le concours d'un thermomètre à gaz.

semblables que possible. Le volume n'a pas changé sensiblement et le propylène est demeuré complètement et immédiatement absorbable par le brome : ce qui exclut sa transformation en triméthylène et indique une stabilité plus grande.

» Ces résultats confirment la transformation du triméthylène en propylène par la chaleur, annoncée par M. Tanatar, qui a opéré, d'ailleurs, en faisant passer les gaz dans un tube rouge sombre, c'est-à-dire dans des conditions différentes de temps et de température. Il est clair qu'en opérant plus vite et à une température moindre, le triméthylène pourrait rester inaltéré. Au contraire, à une température rouge vif et prolongée, il se détruit, comme le fait d'ailleurs également le propylène.

» A cet égard les conditions de mon expérience, à une température déterminée, sont fort différentes et plus sures que celles qui président à la simple traversée d'un gaz, dont les bulles successives passent chacune en quelques secondes par un tube de verre chauffé à la même température; attendu que la plupart des réactions pyrogénées et notamment les transformations isomériques ne sont pas instantanées.

» En résumé, le triméthylène est moins stable que le propylène et il se transforme en son isomère, soit par la chaleur, soit par les agents dits de contact, soit même (plus ou moins partiellement) par l'influence des réactifs employés pour le régénérer de son bromure. Ce sont là des résultats que les données thermochimiques permettaient de prévoir. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur le Néomylodon.* Note de M. **Albert Gaudry.**

« Je peux donner à l'Académie des nouvelles de la découverte du Néomylodon, qui attire si vivement l'attention des naturalistes, car je viens de voir les restes qui ont été envoyés à Upsal par M. Otto Nordenskjöld, et ceux qui ont été apportés à Stockholm par M. Erland Nordenskjöld, le fils de notre illustre Associé.

» Assurément, le Mylodon devait passer pour un des animaux fossiles les plus différents des espèces actuelles; parmi ses particularités, on remarque la disposition de sa peau, où sont accumulés des ossicules dermiques qui la rendent impénétrable. Cependant, ce type étrange s'est conservé jusqu'à nos jours.

» Lors du voyage exécuté par la mission suédoise à la Terre de Feu, le

docteur Otto Nordenskjöld, un des membres de la mission, apprit que des fermiers avaient découvert une grotte, la *Cueva Eberhardt*, à 51°35′ de latitude sud, près d'Ultima Esperanza, sur la Terre de Magellan. Cette grotte était remplie d'ossements; on en avait tiré une peau d'un grand animal, qui était, comme celle du Mylodon, consolidée par de nombreux ossicules et couverte en dessus de poils bruns de 4^{cm} à 5^{cm} de long. Un morceau de cette peau a été remis à M. Ameghino, l'habile explorateur de la Patagonie; il la signala sous le nom de *Néomylodon*. Les pièces du Néomylodon recueillies par le docteur Otto Nordenskjöld ont été adressées à l'Université d'Upsal, où il est *privat docent;* un autre *privat docent* d'Upsal, le docteur Einar Lönnberg, vient de les décrire et de les figurer dans un beau Mémoire que je présente à l'Académie. M. Erland Nordenskjöld, voyant l'intérêt des découvertes de son cousin à la Cueva Eberhardt, est parti pour explorer cette caverne. Il vient de revenir avec une quantité d'ossements et de mâchoires mêlés à des crottins et à de la paille hachée menue qui formait le sol dans la place où se trouvent les restes de Néomylodon; j'en ai vu une partie à Stockholm, dans le laboratoire du Musée de l'Académie, dirigé par le professeur Nordenskjöld, et une autre partie à Copenhague, où M. Erland Nordenskjöld l'a portée pour ses comparaisons, Copenhague ayant d'admirables collections paléontologiques de l'Amérique du Sud. Le directeur du musée de la Plata, M. Moreno, a envoyé son assistant, M. Hauthal, à la Cueva Eberhardt; il y a fouillé après les savants suédois et a trouvé encore de belles pièces. Pour M. Hauthal, l'animal de la Cueva Eberhardt n'est pas un genre inconnu, c'est le Glossotherium, sous-genre de Mylodon représenté par plusieurs espèces fossiles dans le terrain pampéen.

» Les peaux que M. Lönnberg m'a montrées à Upsal avec leurs poils bien adhérents, un os encore garni de muscles desséchés, des os qui ne happent point à la langue, comme je m'en suis assuré, des crottins, de la paille hachée menu à l'état frais, des cornes d'ongles intactes sont inexplicables, si le Néomylodon n'a pas été enfoui à la Cueva Eberhardt à une époque peu reculée. Il n'y a pas de motifs pour rejeter la croyance de M. Ameghino qu'on pourra le trouver à l'état vivant. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MM. A. **Breuillot** et **Thomas** adressent une Note relative à un aérostat dirigeable.

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

M. F. **Larroque** adresse une Note « Sur le mécanisme de l'audition des sons ».

(Renvoi à la Section de Physique.)

M. **Aug. Coret** adresse une Note relative à un appareil destiné à mesurer l'inclinaison d'un navire, produite par le roulis.

(Commissaires : MM. Guyou, Cornu, Mascart.)

CORRESPONDANCE.

M. **Mascart** rend compte à l'Académie de la cérémonie organisée à Côme pour fêter le centenaire de la découverte de la pile par Volta.

A cette occasion, M. Mascart a donné lecture des procès-verbaux de la Classe des Sciences mathématiques et physiques de l'Institut, en 1802, dans lesquels il est question du passage de Volta à Paris, des expériences qu'il a répétées devant la Classe et de la médaille d'or qui lui a été décernée. C'est à la suite des expériences de Volta que la Classe, sur la proposition de Bonaparte, a fondé un prix annuel de 3000^{fr} pour les travaux relatifs à l'électricité.

Le Premier Consul fit remettre en outre au savant italien une somme de 6000^{fr}. Le 26 prairial an X, il écrivit d'Italie au Ministre de l'Intérieur : « Je désire donner un encouragement de 60000^{fr} à celui qui, par des » expériences et des découvertes, fera faire un pas à l'Électricité compa- » rable à celui qu'ont fait faire à cette Science Franklin et Volta. » Le prix de 3000^{fr} fut décerné successivement à Erman, de Berlin, à Sir Humphry Davy, puis à Gay-Lussac et Thenard.

Le prix extraordinaire n'a pas été décerné sous le Premier Empire. Napoléon III l'a rétabli et la République a continué cette tradition. Sous le nom de prix Volta, il a été attribué à Ruhmkorff, à Graham Bell et à Gramme. Ces souvenirs étaient de nature à montrer que la Science française avait accueilli avec une grande faveur la découverte de Volta.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations du Soleil, faites à l'observatoire de Lyon (équatorial Brünner de* $0^m,16$*) pendant le premier trimestre de* 1899. Note de M. **J. Guillaume**, présentée par M. Mascart.

« Ces observations sont résumées dans les Tableaux suivants :

TABLEAU I. — *Taches.*

Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'observations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes S.	Latitudes moyennes N.	Surfaces moyennes réduites.
		Janvier 1899. — 0,13			
5- 9	3	5,7	— 6		84
31- 6	4	6,6	— 9		100
6	1	10,4		+10	28
9	1	11,5		+12	32
5-17	6	11,6	— 15		223
11-19	4	13,7	— 16		66
17-19	2	21,4	— 11		4
24-27	4	29,9	— 12		109
	15 j.		— 11°,5	+ 11°,0	
		Février 1899. — 0,44.			
4	1	3,8	— 1		72
4-10	3	6,6	— 11		58
		Février 1899. — 0,44 (suite).			
21-22	2	22,1	— 9		6
20-21	2	24,7	— 8		7
27- 4	5	26,9	— 5		121
	16 j.		— 6°,8	»	
		Mars 1899. — 0,16			
4	1	5,4	— 15		3
13-15	3	16,6		+ 14	14
21-24	4	19,2		+ 7	6
15-27	11	20,9	— 8		405
20-27	7	25,8	— 4		47
	19 j.		— 9°,0	+ 10°,5	

TABLEAU II. — *Distribution des taches en latitude.*

1899.	Sud 90°-40°	Sud 40°-30°	Sud 30°-20°	Sud 20°-10°	Sud 10°-0°	Sud Somme.	Nord Somme.	Nord 0°-10°	Nord 10°-20°	Nord 20°-30°	Nord 30°-40°	Nord 40°-90°	Totaux mensuels.	Surfaces moyennes réduites.
Janvier....	»	»	»	4	2	6	2	»	2	»	»	»	8	646
Février....	»	»	»	1	4	5	0	»	»	»	»	»	5	264
Mars......	»	»	»	1	2	3	2	1	1	»	»	»	5	475
Totaux..	»	»	»	6	8	14	4	1	3	»	»	»	18	1385

Tableau III. — *Distribution des facules en latitude.*

1899.	Sud. 90°–40°.	40°–30°.	30°–20°.	20°–10°.	10°–0°.	Somme.	Nord. Somme.	0°–10°.	10°–20°.	20°–30°.	30°–40°.	40°–50°.	Totaux mensuels.	Surfaces moyennes réduites.
Janvier.....	»	»	1	6	3	10	6	4	2	»	»	»	16	15,4
Février.....	»	1	»	6	7	14	2	1	1	»	»	»	16	12,5
Mars.......	»	»	»	5	3	8	6	4	2	»	»	»	14	13,1
Totaux...	»	1	1	17	13	32	14	9	5	»	»	»	46	41,0

» Le premier donne, à droite de l'indication du mois, le nombre proportionnel des jours sans taches; les colonnes successives renferment les dates extrêmes d'observation, le nombre d'observations de chaque groupe, le moment du passage au méridien central du disque solaire (en jour et fraction de jour, temps moyen de Paris), les latitudes moyennes des groupes de taches exprimées en millionièmes de l'aire d'un hémisphère et réduites au centre du disque; à la fin de chaque mois, on a indiqué le nombre de jours d'observations et la latitude moyenne de l'ensemble des groupes observés dans chaque hémisphère.

» Le deuxième Tableau donne les nombres mensuels de groupes de taches contenus dans des zones consécutives de 10° de largeur et les surfaces mensuelles des taches (en millionièmes de l'hémisphère).

» Le troisième, enfin, renferme des données analogues pour les régions d'activité du Soleil, c'est-à-dire pour les groupes de facules contenant ou non des taches; dans ce dernier Tableau, les surfaces mensuelles des facules, toujours réduites au centre du disque, sont exprimées en millièmes de l'hémisphère.

» Les principaux faits qui en résultent sont les suivants; il y a eu cinquante jours d'observation dans ce trimestre.

» *Taches.* — Les taches ont beaucoup diminué : on a, en effet, 18 groupes avec une surface totale de 1385 millionièmes au lieu de 29 groupes et 2535 millionièmes notés le précédent trimestre. La répartition des groupes entre les deux hémisphères est de 14 groupes au sud au lieu de 16, et de 4 au nord au lieu de 13; on voit que cette diminution s'est fait sentir surtout dans l'hémisphère boréal où d'ailleurs nous n'avons vu aucune tache en février, particularité qui ne s'était pas présentée durant tout un mois, depuis le dernier *minimum*, en novembre 1889.

» Le nombre des jours sans taches augmente : il est de 12 au lieu de 3 notés précédemment (2 en janvier, 7 en février, 3 en mars); néanmoins il y a eu encore une assez belle tache qui a atteint la limite de visibilité à l'œil nu, en mars; elle a traversé le méridien central le 20,9 à — 8° de latitude.

» *Régions d'activité.* — Le nombre des groupes de facules a un peu augmenté au sud de l'équateur (32 au lieu de 28) et diminué au nord (14 au lieu de 20); enfin, au total on a 46 groupes au lieu de 48, soit un nombre peu différent; mais la diminution en surface est beaucoup plus marquée : on a, effectivement, 41,0 millièmes au lieu de 60,9 millièmes. »

ASTRONOMIE. — *Sur la comparaison des heures obtenues, pour les contacts d'éclipses partielles de Soleil, par l'observation directe et les mesures de longueurs de corde commune.* Note de M. **Ch. André**, présentée par M. Mascart.

« Lors de l'éclipse partielle de Soleil du 7 mai 1899, mon but principal était la comparaison des heures de contact données par l'observation directe à celles que l'on déduit d'une série de mesures de longueurs de la corde commune faites au voisinage de chacun d'eux. En effet, les heures obtenues directement en un même lieu par différents observateurs présentent souvent des écarts assez grands, et il y aurait intérêt à pouvoir déterminer quelle y est la part réellement imputable à l'observateur.

» L'observation du phénomène, confiée à M. Guillaume (équatorial Brunner de $0^m,17$), devait donc comprendre, outre les heures directes des contacts, deux séries de mesures de la corde commune; en voici les résultats.

» Au commencement de l'éclipse, l'observation directe donne, pour heure du contact, $16^h53^m58^s$, tandis que le calcul, basé sur les cordes communes mesurées, conduit à la valeur $16^h53^m,9$; il y a concordance presque absolue entre les deux nombres.

» A la fin de l'éclipse, les deux époques sont $17^h38^m14^s$ et $17^h37^m,8$, dont l'accord est moins satisfaisant. Il semble que l'observateur ait été un peu gêné par la préoccupation de l'observation directe prochaine du contact de sortie; et, en effet, la discussion des nombres obtenus alors met en évidence une sûreté moindre de mesures dans cette portion de l'observation. Pour cette phase du phénomène, il y a lieu de reprendre la comparaison.

» Mais l'accord entre les deux nombres obtenus à l'entrée semble, à lui seul, permettre de conclure que, dans les observations d'éclipses partielles de Soleil et en vue de la détermination des heures des contacts, les mesures

de la corde commune ont une importance réelle et ne doivent pas être négligées. »

STATIQUE CHIMIQUE. — *Sur les points fixes de transformation;* Note de M. **H. Le Chatelier.**

« Un certain nombre de transformations *réversibles* des corps : dissociation, vaporisation, fusion, changements allotropiques, peuvent s'effectuer intégralement à pression et température invariables. On s'est laissé aller parfois à généraliser outre mesure ces faits, intéressants par leur simplicité, et à les ériger en lois très contestables : telles la loi des tensions fixes de dissociation, la loi des points fixes de transformation allotropique.

» A l'occasion de mes recherches sur l'hydrate de chlore, sur la décomposition par l'eau d'un sulfate de mercure, j'ai déjà montré qu'il ne peut être question de tensions fixes quand un corps liquide intervient dans la réaction. Les expériences sur les zéolites et sur différents hydrates salins, les expériences sur l'hydrure de palladium, faites par différents savants, ont montré que, dans bien des cas, même en l'absence de tout liquide, la loi des tensions fixes se trouve en défaut. Il n'y a peut-être pas aujourd'hui un seul cas dans lequel on ait rigoureusement établi l'existence d'une tension fixe de dissociation.

» Les transformations allotropiques se font souvent à des températures rigoureusement déterminées; mais, là encore, il n'y a pas de loi absolue : la transformation magnétique du nickel se fait certainement d'une façon progressive, dans un intervalle d'une vingtaine de degrés; probablement aussi celle du fer.

» La fusion des corps, plus souvent encore, se fait à température absolument fixe; les corps vitreux font cependant exception, et certains composés chimiques cristallisés, comme l'antimoniure de cuivre $SbCu^2$.

» On doit donc, en s'en tenant au point de vue expérimental, reconnaître l'existence fréquente de points fixes de transformation, mais refuser à l'ensemble de ces phénomènes le caractère d'une loi physique nécessaire.

» La théorie des équilibres chimiques de J.-W. Gibbs permet, à ce sujet, de préciser certains points. La condition d'équilibre d'un système hétérogène composé de plusieurs parties homogènes (phases), en relations avec un milieu indéfini, est donnée par l'équation

$$\varepsilon - T\eta + P\upsilon - M_1 m_1 - \ldots - M_n m_n = 0$$

qui doit se vérifier séparément pour chacune des parties homogènes : ε, u, v, m_1, ..., m_n représentent l'énergie, l'entropie, le volume, la masse des différents composants dans la partie homogène considérée; T, P, m_1, ..., M_n, la température, la pression, les potentiels dans le milieu indéfini. Le premier membre de l'équation exprime la puissance disponible dans la production de la partie homogène considérée, aux dépens du milieu.

» Il résulte de cette équation que la transformation chimique des différentes parties du système entre elles pourra s'effectuer à pression et température constantes dans tous les cas où :

» 1° La transformation considérée peut s'effectuer sans modifier la composition d'aucune des parties en présence, condition remplie dans les faits expérimentaux passés plus haut en revue;

» 2° Les changements de grandeur des parties homogènes amènent des variations proportionnelles de leur énergie, leur entropie, leur volume, etc.

» Cette seconde condition est satisfaite toutes les fois que les parties envisagées ont des dimensions finies. Mais il n'en est plus ainsi, comme J.-W. Gibbs l'a fait remarquer, lorsque quelques-unes de ces parties deviennent infiniment petites. Une petite goutte d'eau n'a pas la même tension de vapeur qu'une masse d'eau de dimensions finies; la différence est facile à calculer.

» Convenons d'indiquer par le symbole D les grandeurs relatives à une partie semblable infiniment petite. En même temps que l'équation ci-dessus se vérifie pour une partie finie, on pourra avoir, pour une partie infiniment petite de même composition, l'inégalité

$$D_\varepsilon - TD\eta + PDv - M_1 Dm_1 - \ldots - M_n Dm_n \gtrless 0.$$

» Prenons d'abord le cas où cette expression a une valeur > 0. Il ne pourra se former spontanément aucune partie semblable, ou, s'il en existe quelques-unes, elles tendront à se réunir ensemble; ce sera le cas de petites gouttelettes d'eau en suspension dans la vapeur, de petites bulles de vapeur au sein d'une masse liquide. La résultante des forces capillaires à la surface de séparation sera alors une *tension*. Les masses finies en présence seront en équilibre stable et les conséquences de l'équation qui les concerne s'appliqueront; la transformation pourra s'effectuer sous tensions fixes dans toute l'étendue où aucune des masses homogènes ne sera encore devenue infiniment petite. La loi des tensions des points fixes se vérifiera dans ce cas, et seulement dans ce cas.

» Si l'expression relative aux parties infiniment petites a, au contraire, une valeur < 0, ce qui correspondrait au cas où la résultante des forces capillaires serait une *compression* superficielle, le système composé des parties finies ne sera plus en équilibre. La division de ces parties homogènes en parties plus petites, s'entremêlant les unes dans les autres, correspondra au développement d'une quantité positive de travail; cette division pourra donc se faire spontanément et se continuera jusqu'à donner un mélange homogène ou semi-homogène, qui constituera une véritable dissolution, ou tout au moins présentera tous les caractères extérieurs d'une dissolution. Le mélange semblable, stable à chaque pression et à chaque température, aura une composition différente; la transformation chimique ne pourra pas s'effectuer dans son intégralité à pression et à température constantes.

» *A priori,* il n'y a aucune espèce de raison pour que l'un ou l'autre de ces deux cas se rencontre plus fréquemment que l'autre. Tandis que l'on a presque toujours affaire à des tensions fixes de vaporisation, il se pourrait que les tensions de dissociation fussent presque toujours variables. Dans le cas des phénomènes de fusion, les cristaux liquides de Tammam sont peut-être un exemple de corps cristallisés à fusion progressive. Il est enfin probable que, dans les transformations allotropiques, on trouvera d'autres cas semblables à ceux du nickel et du fer.

» Mais la réalisation expérimentale et, par suite, l'étude de ces changements d'état sous tensions variables seront le plus souvent très difficiles, au moins dans le cas des corps solides, l'absence de diffusion dans la plupart de ces corps étant un obstacle à l'établissement d'un état d'équilibre réversible. Il arrivera, en général, que les différentes couches concentriques d'un corps s'arrêteront à des degrés de transformation différents, l'importance et la répartition de chacune de ces couches variant d'une expérience à l'autre, variant surtout avec le sens des changements de température. Il sera impossible alors d'étudier le phénomène dans son état de réversibilité, le seul envisagé ici. Mais si la diffusibilité est rare dans les corps solides, elle n'est pas cependant absolument impossible. On sait que le carbone se diffuse dans le fer au-dessus de 850°, presque aussi vite que les sels solubles dans l'eau; les zéolites et cristaux semblables laissent diffuser l'eau lentement, mais à la longue d'une façon assez complète pour permettre l'établissement d'un véritable régime d'équilibre. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la variation diurne de l'électricité atmosphérique.* Note de M. **A.-B. Chauveau**, présentée par M. Mascart.

« A la fin de l'année 1893, j'ai eu l'honneur de soumettre à l'Académie les premiers résultats des observations sur l'électricité atmosphérique faites au Bureau central et au sommet de la tour Eiffel (¹). Ces observations, poursuivies pendant huit ans, forment aujourd'hui une série assez étendue pour que les données qui s'en déduisent présentent un caractère suffisant d'exactitude. J'indique ici les résultats de ces recherches, relatifs à la variation diurne du potentiel en un point déterminé de l'atmosphère.

» I. Il existe, dans nos régions tempérées, deux types très différents de la variation diurne *au voisinage du sol;* l'un correspond à la saison chaude, l'autre à la saison froide.

» Pendant l'été, un minimum très accusé se produit au heures chaudes du jour et constitue le minimum principal toutes les fois que le point exploré n'est pas suffisamment dégagé de l'influence du sol, des arbres ou des bâtiments voisins. L'oscillation diurne est double; c'est la loi généralement admise pour cette variation.

» Pendant l'hiver, le minimum de l'après-midi s'atténue ou disparaît, tandis que le minimum de nuit s'accentue davantage. Considérée dans son ensemble, l'oscillation paraît simple, avec un maximum de jour et un minimum vers 4 heures du matin. Ce caractère est d'autant plus net que le lieu d'observation est plus dégagé.

» II. Cette distinction des deux régimes d'hiver et d'été au voisinage du sol est confirmée par l'examen des résultats obtenus, d'une part à Sodankylä (Finlande) par la mission dirigée par M. Lemström (1883-1884), de l'autre à l'observatoire de Batavia (1887-1895). Chacune de ces stations donne, pour ainsi dire, le type exagéré de la variation constatée dans nos climats, soit pendant la saison froide, soit pendant la saison chaude.

» III. *La variation diurne au sommet de la tour Eiffel,* PENDANT L'ÉTÉ, *entièrement différente de la variation correspondante au Bureau central, offre la plus frappante analogie avec la variation d'hiver.*

(¹) *Sur la variation diurne de l'électricité atmosphérique observée au voisinage du sommet de la tour Eiffel* (*Comptes rendus,* t. CXVII, p. 1069).

» Ce même type d'hiver se retrouve, moins accentué, mais parfaitement net, dans la moyenne fournie par trois mois d'observations, *pendant l'été* de 1898, sur le pylone de l'observatoire de Trappes (altitude 20^m). Il apparaît donc comme caractérisant la forme constante de la variation diurne en dehors de toute influence du sol.

» IV. Au contraire, dans les stations où le collecteur est dominé par des constructions ou des arbres voisins, le type correspondant au régime d'été s'exagère; le minimum de l'après-midi se creuse au détriment du minimum de nuit qui parfois disparaît. L'oscillation peut être simple, mais en sens inverse de l'oscillation d'hiver, c'est-à-dire avec un minimum de jour et un maximum de nuit. Cette forme anormale de la variation diurne, constatée autrefois par M. Mascart (1), résulte en effet des observations du Collège de France, mais pour la saison d'été seulement. On la retrouve encore, presque identique, à Greenwich, où le collecteur est placé dans des conditions aussi défavorables.

» On peut conclure de ce qui précède :

» 1° Qu'une influence du sol, maximum pendant l'été, et dont le facteur principal, suivant les idées de Peltier, est peut-être la vapeur d'eau, intervient comme cause perturbatrice dans l'allure de la variation diurne.

» 2° Que la loi véritable de cette variation, celle dont toute théorie, pour être acceptable, doit rendre compte, se traduit par une oscillation simple, avec un maximum de jour et un minimum (d'ailleurs remarquablement constant) entre 4^h et 5^h du matin. »

ZOOLOGIE. — *Sur un mode particulier de protection des appendices en voie de régénération après sections artificielles chez les Insectes.* Note de M. **Edmond Bordage**, présentée par M. Milne-Edwards.

« Lorsqu'un membre est détaché par autotomie du corps d'un Arthropode, d'un Crabe ou d'un Phasmide, par exemple, la régénération a pour point de départ la surface même de la section produite. Il en est rarement de même quand la régénération a lieu à la suite d'une section artificielle pratiquée sur le membre. Chez les Mantides, les Blattides (2), les Ortho-

---

(1) *Sur l'électricité atmosphérique* (*Comptes rendus*, t. XCI, p. 158).

(2) H.-H. Brindley, *On certain characters of reproduced appendages in Arthropoda*, 1898.

ptères sauteurs, par exemple, les sections artificielles sont suivies d'une contraction, d'un déplacement plus ou moins accentué des muscles sectionnés, qui remontent à l'intérieur du fourreau chitineux du membre; de sorte que, s'il y a ensuite régénération, la partie en voie de croissance peut demeurer entièrement cachée jusqu'à la plus prochaine mue. L'étui chitineux remplit donc, dans ce cas, un rôle protecteur.

» Il peut même arriver que, chez les Mantides, qui possèdent, développée à un haut degré, la faculté d'autotomie, et chez les Blattides, où elle est bien moins marquée, la contraction des muscles à l'intérieur du trochanter ou même à l'intérieur de l'article si développé qui constitue la hanche (*coxa*), se produise après autotomie suivant la soudure fémoro-trochantérique. Dans ce cas, s'il y a régénération, la partie en voie de croissance restera cachée jusqu'à la prochaine mue.

» Mais le plus souvent, chez les Mantides, et plus rarement chez les Blattides, cette contraction des muscles n'a pas lieu après l'autotomie.

» Dans ce cas, on peut voir bientôt s'il y aura régénération, sans qu'il soit nécessaire d'attendre la prochaine mue. Il est vrai qu'on n'aperçoit pas les différentes parties qui composent le rudiment en voie de croissance, car il est enroulé sur lui-même et, de plus, recouvert par la cuticule non chitinisée qui le protège comme une sorte de poche. Cette cuticule est dépourvue de transparence, à cause de sa coloration brunâtre. Mais, la saillie très peu marquée que forme cette poche protectrice à l'extrémité du trochanter indique cependant que le travail de régénération s'opère.

» Chez les Phasmides, le rudiment en voie de croissance, destiné à remplacer un membre détaché par autotomie, peut quelquefois se voir, mais d'une façon peu distincte, enroulé sous la cuticule protectrice qui possède, chez quelques espèces, une certaine transparence.

» En ce qui concerne les Mantides et les Blattides, j'ai remarqué que la contraction, à l'intérieur de l'étui chitineux, des muscles sectionnés par autotomie était d'autant plus marquée que les efforts faits par les insectes pour se débarrasser du membre avaient été eux-mêmes plus violents. Quand l'autotomie s'opérait facilement, cette contraction était réellement insignifiante.

» Il nous reste maintenant à examiner le cas particulier offert par les Phasmides.

» Lorsqu'on opère des sections artificielles dans la région comprenant le fémur et les deux tiers supérieurs du tibia, la contraction des muscles sectionnés est très marquée. Lorsqu'on opère ensuite ces sections dans le haut de la région formée par le tiers inférieur du tibia, la contraction se produit encore, et comme c'est précisément là que la faculté régénératrice commence à se manifester, la partie en voie de croissance demeure cachée jusqu'à la mue suivante. Puis, au fur et à mesure que les sections se rapprochent du tarse, la contraction est de moins en moins sensible, et, dans le voisinage de l'articulation du tibia et du tarse, les muscles sectionnés demeurent sensiblement en place; de sorte que la partie en voie de régénération pourra être

visible avant qu'une mue se soit produite. Il en est de même lorsque les sections sont pratiquées dans les trois premiers articles du tarse.

» En étudiant la structure interne du membre, nous voyons que c'est précisément dans la région qui nous occupe que s'insèrent, sur la partie inférieure du tibia et sur les premiers articles du tarse, les muscles destinés à mouvoir ce tarse tout entier et ses différentes parties. Les sections pratiquées dans cette région passent par les surfaces où ces muscles s'attachent sur l'étui chitineux et d'où ils se dirigent vers des articles situés au-dessous, qu'ils doivent mouvoir. Dans ces conditions, on comprend que la contraction soit insignifiante, ou ne se produise pas du tout. Elle ne peut se produire que lorsque la section est plus ou moins éloignée de la surface supérieure d'attache des muscles sectionnés, ce qui n'est pas le cas. Chez d'autres Insectes, il y a un retrait complet des muscles sectionnés lorsque la section passe par la région tarsienne. Il est évident que ces particularités proviennent de différences dans le nombre et la position des surfaces d'attache de ces muscles, différences que révèlent des dissections fines.

» Il arrive donc que, chez les Phasmides, les parties en voie de régénération, dans la région qui nous occupe, sont plus ou moins apparentes dès le début de leur formation. Mais, comme je l'ai déjà dit, la croissance se fait avec la plus grande lenteur; il en résulte que, pendant le temps qui s'écoule avant la mue la plus proche, la partie en voie de croissance arrive à peine à former une minuscule saillie, de 1^{mm} à 2^{mm} de longueur. Elle est recouverte par la mince cuticule protectrice de couleur brune, se moulant exactement sur le rudiment de membre, lequel ne présente encore aucune séparation en articles. Ce n'est qu'après la mue la plus proche, que le rudiment, commençant à avoir une certaine longueur, montrera des traces assez nettes de division en articles tarsiens. La lenteur de la croissance est telle que ce n'est qu'après deux et même trois mues que le membre mutilé se trouve complété et capable de rendre des services à l'insecte [1].

---

(1) Les régénérations les plus parfaites donnent un tarse tétramère. J'ai cependant obtenu, après des sections pratiquées dans le troisième article du tarse : 1° un tarse pentamère à articles incomplètement séparés; 2° un tarse pentamère aussi parfait qu'un tarse normal; 3° un tarse monstrueux et coudé de six articles incomplètement séparés; mais ce sont là de rares exceptions à la règle. La tétramérie après régénération a été constatée, pour les Phasmides, non seulement chez les quatre genres que j'ai cités dans des Communications précédentes, mais encore chez *Anchiale, Acanthoderus, Lopaphus, Diapheromera* et vraisemblablement chez *Cyphocrania*, *Diura* et *Bacteria mexicana*, ce qui porterait à 25 le nombre des espèces d'Orthoptères coureurs chez lesquelles la tétramérie a été constatée.

» Il est intéressant de comparer la lenteur de la croissance des parties en voie de régénération après sections artificielles, aussi bien que la lenteur de la croissance, bien moins marquée cependant, des membres destinés à remplacer ceux qui ont été détachés par autotomie, chez les Phasmides, à la merveilleuse rapidité de croissance que l'on constate chez les Mantides et chez les Blattides. Tandis que, chez ces derniers, les membres régénérés après autotomie ou section artificielle peuvent commencer à rendre des services à l'insecte immédiatement après la mue la plus proche, chez les Phasmides, les membres en voie de régénération ne peuvent être utiles à l'insecte qu'après la deuxième ou même la troisième mue. J'ai remarqué que le même fait se produit chez les Orthoptères sauteurs. »

ZOOLOGIE. — *Sur les organes céphaliques latéraux des Glomeris*. Note de M. N. **de Zograf**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Le célèbre anatomiste allemand François Leydig a dessiné, sur une des Planches accompagnant son travail inachevé *Ueber den Bau des thierischen Körpers* en 1864, une tête de *Glomeris*, ayant sur ses parois latérales deux organes en forme de fer à cheval, présentant à leur intérieur une assez grande cavité qui communique avec l'extérieur par une fente longitudinale très étroite. Leydig a démontré que la paroi intérieure de ces organes est très épaisse; qu'elle est innervée par un nerf sortant du cerveau dans le voisinage du nerf optique; enfin, que ces organes doivent être considérés comme des organes de sensibilité.

» Après Leydig, le zoologiste hongrois Cömösvary a décrit ces organes chez plusieurs Myriapodes, sans en donner davantage une description détaillée : c'est par le nom de *Cömösvary* qu'on les désigne aujourd'hui. C'est ainsi que les appellent le zoologiste français Saint-Rémy et l'entomologiste allemand Curt Hennings; ce dernier en a donné une description histologique dans le n° 3 des *Sitzungsberichte der Gesellschaft naturforschenden Freunde zu Berlin* de l'année 1899.

» Dans mon article sur la parenté des Arthropodes, publié en 1892 dans les *Comptes rendus du Congrès international de Zoologie*, j'ai montré le grand intérêt morphologique que présentent ces organes, surtout si on les compare aux fosses céphaliques embryonnaires des autres Myriapodes, de quelques Insectes et Crustacés, et aux organes céphaliques de quelques

Annélides, par exemple des Capitellides. Malheureusement les Glomeris sont très rares en Russie et ne se rencontrent que dans la partie sud-ouest de l'Empire : je n'ai pu me procurer des matériaux suffisants pour mes recherches que dans l'été de l'année 1898, grâce à l'obligeance de M. E. Bouvier, professeur au Jardin des Plantes; je reçus alors des *Glomeris marginata* que M. Bouvier a recueillis dans les forêts des environs de Dieppe. Tous les animaux composant deux envois successifs ont péri pendant le long trajet de Dieppe à Moscou; mais un dernier envoi, fait après les grandes chaleurs de l'été, est arrivé à Moscou sain et sauf et m'a servi pour mes recherches.

» Les organes latéraux céphaliques des *Glomeris* ont une structure très curieuse et originale. M. Hennings nous fait connaître que l'épaississement de la paroi interne des organes consiste en cellules d'épithélium sensitif, dont les noyaux se trouvent dans les parties proximales, tandis que les couches plus superficielles contiennent quelques petites granulations dans le plasma des cellules. M. Hennings considère, avec raison, les cellules de la paroi épaisse des organes comme étant de nature nerveuse; celles qu'il dessine dans sa *fig.* 2 et qu'il nomme les cellules de l'épithélium sensitif, sont des cellules glandulaires. La structure de cette paroi interne de l'organe latéral est plus compliquée :

» La paroi consiste en cellules glandulaires qui sont très abondantes, qui s'ouvrent par des canaux très minces dans le fond de la cavité de l'organe; sur la surface chitineuse de ce fond, on peut même remarquer des trous minuscules, par lesquels la sécrétion des cellules se déverse dans la cavité de l'organe.

» Outre les cellules glanduleuses, on remarque dans les couches encore plus proximales, dans le voisinage des cellules du tissu adipeux, de grandes cellules ganglionnaires qui se prolongent sur leurs bouts proximaux dans les nerfs qui sortent du grand nerf de l'organe, tandis que leurs bouts distaux se prolongent en de longs filaments nerveux terminaux; ces filaments, que l'on voit très bien en étudiant l'organe à l'aide de la méthode de Ramon y Cajal, atteignent la couche chitineuse du fond et quelquefois la relèvent en formant de petits bourrelets. Si l'on prépare une coupe parallèle à la surface du fond, on peut voir nettement que chaque filament terminal, qui a ici une structure rappelant les rhabdomes des organes des sens des Arthropodes, est entouré par les canaux des cellules glandulaires; ces derniers forment des figures polygonales, rappelant les mailles d'un réseau de tulle; et, au centre des mailles, se termine un filament nerveux.

» Entre les canaux des cellules glandulaires se trouvent des concrétions très abondantes; ces concrétions se colorent avec tous les réactifs colorants et se conservent après l'ébullition dans la potasse caustique.

» La combinaison des cellules glanduleuses et sensitives et la structure

des cellules rappellent beaucoup les organes olfactifs, et je pense que l'on doit attribuer cette fonction à ces organes.

» Cette structure, ainsi que cette fonction apparente des organes céphaliques latéraux des *Glomeris*, les rapprochent des organes céphaliques des Vers annelés. Si nous nous rappelons que les Péripates conservent jusqu'à l'état adulte les traces des organes céphaliques, bien développés chez leurs embryons et chez leurs jeunes, et que beaucoup d'autres Arthropodes présentent, dans leur vie embryonnaire, des traces de curieux organes céphaliques; si nous nous souvenons, d'autre part, que la parenté entre les Vers annelés et les Arthropodes par l'intermédiaire des Péripates devient de plus en plus évidente, nous pouvons émettre l'hypothèse que les organes céphaliques latéraux des *Glomeris* sont homologues et même peut-être analogues aux organes céphaliques des Annélides. »

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur quelques phénomènes de la désorganisation cellulaire* (¹). Note de M. **Vital Boulet**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Les premiers phénomènes que l'on observe dans la désorganisation spontanée des cellules d'une feuille d'Elodée, détachée de sa tige à l'état de vie manifeste, et abandonnée dans l'eau même où vivait la plante, consistent en un accroissement considérable de la tension osmotique accompagné de modifications importantes dans le contenu de l'hydroleucite et la structure du protoplasme.

» 1. La tonicité des cellules intactes, déterminée à l'aide de solutions titrées d'azotate de potassium, varie de 2,1 à 2,3 suivant les cellules. La tension osmotique se relève ensuite avec le temps et l'hydroleucite se segmente souvent en un certain nombre de parties. J'ai pu déterminer les nombres suivants qui ne sauraient d'ailleurs être considérés que comme des moyennes.

1ᵉ jour	Tension osmotique.........	2,1 à 2,3
2ᵉ »	»	3,2 à 3,5
3ᵉ »	»	3,7 à 4,1
7ᵉ »	»	3,9 à 4,2
10ᵉ »	»	4,5 à 4,7
15ᵉ »	»	5,2 à 5,7
22ᵉ »	»	6 à 6,3

(¹) Travail fait au laboratoire de Botanique de la Faculté des Sciences de Paris.

» Finalement, la cellule ne plasmolyse plus même dans les solutions à 18 pour 100, et, à ce stade, l'hydroleucite, ou les parties qui en proviennent ne sont plus visibles, soit qu'ils remplissent entièrement la cellule, ou que, plus vraisemblablement, la membrane qui les limitait ait été détruite.

» 2. En même temps, et parallèlement à l'accroissement de la tension osmotique, il apparaît dans l'hydroleucite de nombreux éléments bacilliformes. Existant déjà dans quelques cellules intactes, mais rares, ténus et animés de mouvements browniens très rapides, ils augmentent graduellement en nombre et leur motilité apparente décroît. Parmi les cellules qni ne plasmolysent plus, j'ai pu en observer quelques-unes, très rares il est vrai, mais qui étaient entièrement remplies par une sorte de feutrage de ces éléments désormais immobiles. Leurs dimensions s'accroissent d'ailleurs, et leur forme devient définissable. Quelques-uns, très peu fréquents, sont des octaèdres quadratiques, mais, en très grande majorité, ils se présentent en lames prismatiques terminées par des pointements en biseau, et mesurant environ 6^{μ} de long sur $1^{\mu},3$ de large. Insolubles dans l'acide acétique concentré, ils se dissolvent rapidement dans les acides chlorhydrique et sulfurique très étendus et présentent ainsi les caractères des cristaux d'oxalate de calcium.

» 3. Le protoplasme subit corrélativement des modifications importantes. Formant d'abord une masse assez homogène autour de l'hydroleucite, il se vacuolise abondamment à mesure que la tension osmotique croît. Observé aux plus forts grossissements il apparaît, dans les cellules intactes, formé d'une partie fluide et hyaline dans laquelle se meuvent rapidement et en tous sens des granules très nets, mais de dimensions non mesurables. Le volume de ces granules augmente graduellement; le phénomène est particulièrement visible dans les tractus protoplasmiques déliés, décrits par quelques auteurs, et qui rattachent le protoplasme à la membrane cellulosique lors de la plasmolyse. Ces tractus prennent alors une structure granulaire très nette. Le protoplasme lui-même, et en particulier sa couche externe, paraît subir la même dégénérescence, si bien que, dès les tonicités moyennes, l'hydroleucite, isolé par plasmolyse, n'est plus étroitement enserré par la masse protoplasmique qui remplit le reste de la cellule et qui ne subit que peu ou pas de contraction sous l'action des solutions plasmolysantes.

» Mais, à partir de ce moment, la désorganisation paraît entrer dans une nouvelle phase, car les chloroleucites eux-mêmes subissent une altération profonde, dont je me propose de faire l'objet d'une autre Communication. »

BOTANIQUE. — *Sur la formation des canaux sécréteurs dans les graines de quelques Guttifères*. Note de M. ÉDOUARD HECKEL, présentée par M. Gaston Bonnier.

« On sait que, d'une façon générale, l'embryon des *Clusiacées*, quelle que soit sa constitution, est richement pourvu de canaux sécréteurs. Toutefois, comme l'a indiqué M. Van Tieghem (*Canaux sécréteurs des plantes*, deuxième Mémoire, *Annales des Sciences naturelles*, 7e série, p. 42; 1885), « l'embryon du *Pentadesma butyracea* Dorr. fait exception à cette règle. Il » ne présente de canaux sécréteurs ni dans le parenchyme cortical, ni dans » le parenchyme médullaire, et cependant, bien qu'elle manque d'organes » spéciaux, la fonction sécrétrice ne s'accomplit pas moins ». Je viens ajouter quelques autres exceptions à celles que constitue le *Pentadesma butyracea*. Dans l'une de ces exceptions, la germination s'accompagne de faits tellement spéciaux et inconnus jusqu'ici en ce qui touche à la genèse des canaux sécréteurs, que j'ai cru nécessaire de les signaler à l'attention des botanistes.

» Les embryons des *Garcinia*, au moins pour ce qui concerne *G. indica* Choisy, *Cochinchinensis* Choisy et *pictoria* Roxb., n'ont pas de canaux sécréteurs et n'en forment pas pendant la période germinative. Là, aussi, comme dans *Pentadesma butyracea*, la fonction sécrétrice diffuse s'accomplit, ou dans chaque cellule du parenchyme dont les parois sont tapissées de résine verdâtre, ou au moyen de cellules spéciales. Ces dernières, ne renfermant ni corps gras ni amidon, sont plus grandes que les autres, disposées en séries, remplies de résine et colorées d'une façon différente de leurs voisines à contenu gras et amylacé. L'embryon exalbuminé de *Lophira alata* Banks, espèce que M. Van Tieghem a séparée des Diptérocarpées à cause de l'absence des canaux sécréteurs et de quelques autres caractères anatomiques et morphologiques, pour la placer dans les Ternstrœmiacées, présente, d'après mes recherches, les mêmes dispositions anatomiques que les *Garcinia* et les conserve pendant la germination. C'est une véritable transition vers l'état particulier qui se révèle dans l'embryon d'*Allanblackia floribunda* Oliver. Ici les faits sont plus intéressants et plus imprévus. J'ai donné la description morphologique et histologique de cette graine dans mon étude sur les *Graines grasses des colonies françaises* (*Annales de l'Institut colonial*, 2e fascicule, p. 80, année 1898), mais il convient de la rappeler sommairement ici.

» L'embryon est constitué par une tigelle tuberculeuse, surtout par l'écorce. A la coupe, on trouve une zone périphérique corticale très épaisse, puis au centre une autre plus petite de beaucoup, c'est la moelle. Ces deux zones, de couleur chocolat clair, sont séparées par une ligne brune. Les deux parenchymes de l'écorce et de la moelle sont formés de cellules à parois peu épaisses, de couleur jaune clair, contenant contre les parois des corpuscules huileux, liquides, disposés en une couche légère, tout le reste de la cellule étant rempli par une masse solide, blanchâtre, formant un seul bloc de matière grasse cristallisée. Dans ces parenchymes uniformes, je n'ai pu discerner aucune cellule différente de ses voisines; il n'y existe qu'une épaisse zone endodermique, séparant l'écorce de la moelle.

» J'ai pu avoir, par M. Vilmorin, une de ces graines en germination, elle provenait de Libreville (Congo français), d'où elle était arrivée en cet état sans apparition toutefois de radicelle ni de tigelle.

» J'ai essayé vainement, à plusieurs reprises, de faire germer en serre chaude ces graines que j'ai reçues très fraîches du Congo; elles perdent en route leur faculté germinative. Tout d'abord j'ai constaté dans la graine de M. Vilmorin une déformation très accusée : durant l'acte germinatif, la zone médullaire s'était considérablement accrue et de dactyliforme la graine était devenue sphérique. Mais à la coupe transversale je constatai ce fait inattendu et significatif qu'un liquide jaune, résineux, poissant aux doigts s'écoulait surtout de certains points profonds de l'écorce qui avait pris elle-même une couleur d'un beau rouge. Des canaux sécréteurs, d'où s'écoulait ce liquide résineux, s'étaient formés sillonnant l'écorce de toutes parts.

» Malheureusement, bien que la germination ne fût pas encore très avancée, elle l'était cependant assez pour que je n'aie pas pu saisir les premières phases de la formation des canaux sécréteurs, si bien que j'ignore aux dépens de quelles cellules initiales ils se produisent et comment se divisent ces cellules initiales. Mais on aperçoit encore, dans le parenchyme accru et coloré en rouge, des îlots de cellules très petites à parois très ténues, situées auprès de l'endoderme.

» Dans leur développement, ces groupes d'éléments cellulaires, au nombre de huit à dix, compriment en les aplatissant les cellules voisines du parenchyme primordial qui les entoure, et ces dernières deviendront les cellules bordantes du canal sécréteur. Puis, très rapidement, ces cellules de nouvelle formation se gélifient en commençant par celles du centre et disparaissent peu à peu, en laissant des lambeaux de parois révélatrices de l'origine des canaux sécréteurs. Toutefois la couche de cellules à minces parois qui est en contact direct avec celles du parenchyme primordial persiste intacte assez longtemps, portant sur sa face interne les lambeaux cellulaires dont je viens de parler. Il semble dès lors qu'il y a une double rangée de cellules sécrétantes, les unes petites, de nouvelle formation, et les autres, grosses, propres au parenchyme primitif. La rangée la plus interne disparaît enfin et les canaux sécréteurs sont définitivement constitués. A cause des lambeaux cellulosiques qu'ils pré-

sentent souvent, ces canaux revêtent un peu l'apparence des lacunes gommeuses propres à un grand nombre de plantes et notamment aux *Malvacées*.

» Je n'ai pas constaté de canaux résineux dans la moelle de la graine d'*Allanblackia floribunda*, mais je ne puis dire s'il ne s'en forme pas dans une période plus avancée de la germination. J'ai même lieu de croire qu'il s'en forme, si je tiens compte de ce fait que j'ai constaté leur présence dans les feuilles, dans l'écorce des rameaux et même dans la moelle, où ils sont plus grands et plus nombreux encore.

» Le processus de formation des canaux sécréteurs que je viens de décrire se retrouve dans l'embryon d'*Ochrocarpus Siamensis* Anderson, mais avec cette différence que, dans cette graine, les canaux sécréteurs très nombreux se forment tous pendant le développement de l'embryon et ne s'y développent pas pendant la germination. Il serait intéressant de savoir si *Pentadesma butyracea*, qui a des canaux sécréteurs dans ses tiges et dans ses feuilles (1), en forme dans sa graine pendant qu'elle germe. Je chercherai à m'en assurer.

» Il résulte de mes observations qu'il existe, dans les Guttifères, deux catégories de graines dépourvues de canaux sécréteurs; les unes (*Garcinia*) n'en forment jamais pendant la période germinative, les autres (*Allanblackia*) en forment de nombreux et par un processus tout différent de celui qui est admis comme unique jusqu'ici. Ce processus se retrouve dans *Ochrocarpus*.

» J'ai déjà, dans une précédente Communication, démontré que, chez les Orchidées, ces organes ont un mode de formation spécial, du moins dans la section aphylle du genre *Vanilla* qui seul, dans les Orchidées, paraît jusqu'ici en posséder; nous en voyons un nouveau aujourd'hui dans les *Allanblackia* et les *Ochrocarpus*.

» Il faut donc renoncer à cette notion classique que les canaux sécréteurs se produisent toujours par formation schizogène. »

La séance est levée à 3 heures trois quarts.

M. B.

---

(1) Voir mon étude détaillée sur cette graine et sur le végétal qui la produit, dans les *Annales de l'Institut colonial de Marseille* (t. I, 1893), où j'ai décrit et dessiné ces canaux.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 2 OCTOBRE 1899,

PRÉSIDENCE DE M. VAN TIEGHEM.

CORRESPONDANCE.

M. le **Maire de Chantilly** informe l'Académie que l'inauguration de la statue élevée au duc d'Aumale aura lieu le dimanche 15 octobre, à 2 heures et demie.

M. le **Ministre de la Guerre** invite l'Académie à lui désigner deux de ses Membres pour faire partie du Conseil de perfectionnement de l'École Polytechnique.

ASTRONOMIE. — *Orbite du bolide du 24 août 1899.* Note de M. **J. Comas Sola**, présentée par M. A. Cornu.

« Observatoire Català, 27 septembre 1899.

» Le 24 août 1899, à $11^h 10^m$ (temps moyen local), j'observai un bolide d'un éclat supérieur à dix fois au moins celui de Vénus et suivi d'une

longue traînée. Il fit son apparition dans le Serpentaire et, après dix secondes environ, il disparut près de l'étoile α du Capricorne.

» Sa lumière était très blanche, avec de légères recrudescences pendant sa course. Trois secondes avant de disparaître, le bolide se subdivisa en deux fragments, qui ont continué la trajectoire à une faible distance l'un de l'autre. A partir de la fragmentation, la couleur devint rouge et son intensité lumineuse s'affaiblit rapidement. De mon lieu d'observation, on n'a pu entendre aucun roulement ni explosion, mais ces bruits ont été perceptibles de Barcelone et ses environs.

» Ce même météore a été vu par d'autres observateurs (1). En combinant leurs observations avec les miennes, j'ai pu calculer d'une manière assez approchée sûrement les éléments de l'orbite suivie par le bolide.

» La direction relative de ce corps n'a pas été très différente d'ouest à est. Au moment de l'apparition, vue de ce littoral méditerranéen, le bolide était à l'altitude de 98^{km}, et, au moment de l'extinction, à 45^{km}. Le météore est tombé sans doute dans la mer. De Barcelone, on l'a vu avec un diamètre apparent presque aussi gros que celui de la Lune. La projection verticale de la trajectoire passait à quelques kilomètres au sud de Barcelone et elle avait une longueur, entre les deux points mentionnés, de 230^{km}.

» J'ai déterminé la direction de la vitesse relative et les direction et valeur de la vitesse absolue au moyen des procédés graphiques de la Géométrie descriptive. J'ai négligé la sphéricité et l'attraction de la Terre et la résistance de l'air. Par la formule

$$\frac{V^2 r^2}{R \cos\psi} = \mu,$$

j'ai calculé R, rayon de courbure, et par des constructions géométriques, j'ai déduit les autres éléments de l'orbite. La vitesse relative était de 24^{km} par seconde, et la vitesse absolue, de 50^{km}. Voici les éléments de cette orbite, fortement hyperbolique :

$$\begin{aligned} \pi &= 141^\circ, \\ \Omega &= 151^\circ, \\ i &= 16^\circ,5, \\ g &= 0,99, \\ e &= 1,74. \end{aligned}$$

» J'ajouterai que le 28 août, à $7^h 45^m$, j'observai un autre bolide, rouge,

(1) Parmi ceux auxquels je suis redevable de précieux renseignements, je dois signaler MM. Estival Rosell, de Premià de Mar (près de Barcelone), Julio de las Cuevas, qui se trouvait à Molins de Rey (près de Barcelone), R. Duràn et le Dr Estrany, habitants de cette dernière ville.

de l'éclat de Mars et qui suivit, dans la voûte céleste, un chemin tout à fait semblable à celui du bolide du 24. »

MÉCANIQUE. — *Sur l'identité de solution de certains problèmes d'élasticité et d'hydrodynamique*. Note de M. **Georges Poisson.**

« Dans une Note présentée à l'Académie le 2 mai 1898, M. Maurice Lévy a fait remarquer que, dans les problèmes d'élasticité à deux dimensions, la répartition des pressions est indépendante de la valeur des coefficients d'élasticité. La présente Note a pour objet d'établir que, dans ce cas, la recherche des pressions peut souvent se ramener à l'étude du mouvement permanent d'un liquide.

» Considérons la section droite d'un corps cylindrique de longueur infinie, soumise à une déformation élastique plane, et traçons-y les courbes orthopiéziques. Deux courbes infiniment voisines limitent un filet solide, qui se trouve dans les conditions d'un fil infiniment flexible soumis à son poids et à des pressions moléculaires appliquées normalement sur ses deux faces.

» Soient, en un point quelconque du filet, P_1 la pression totale du filet suivant sa longueur, $P_2\,ds$ la résultante des forces extérieures qui agissent sur l'élément ds. Les équations d'équilibre du filet seront

$$(1)\qquad \left\{\begin{aligned} dP_1 &= P_2\,ds\cos(P_2, ds),\\ \frac{P_1}{r} &= P_2\cos(P_2, r).\end{aligned}\right.$$

» Soient ε l'épaisseur du filet au point considéré, et p_1 la pression par unité de section; on aura $P_1 = p_1\varepsilon$. Soit, en outre, $p_2\,ds$ la pression normale au filet sur l'une de ses faces. La pression sur l'autre face sera $p_2\,ds + \varepsilon\frac{d(p_2\,ds)}{dn}$, dn étant l'élément de normale. La résultante de ces deux pressions sera, en projection sur la tangente, $p_2\varepsilon\frac{d\alpha}{dn}ds$, α étant l'angle du filet avec l'axe des x. Mais on voit facilement que $\varepsilon\frac{d\alpha}{dn}ds = d\varepsilon$. La première des équations (1) devient donc, en appelant Π le poids spécifique du corps,

$$d(p_1\varepsilon) = -\Pi\varepsilon\sin\alpha\,ds + p_2\,d\varepsilon$$

ou

$$(2)\qquad \frac{d}{ds}[(p_1 - p_2)\varepsilon] + \Pi\varepsilon\sin\alpha + \varepsilon\frac{dp_2}{ds} = 0.$$

» En projection sur la normale, la résultante des pressions transversales sera $-\varepsilon\frac{d(p_2\,ds)}{dn}$. Comme on a $\frac{d(ds)}{dn}=-\frac{\varepsilon}{r}ds$, la deuxième des équations (1) devient

$$\frac{p_1\varepsilon}{r}=-\Pi\varepsilon\cos\alpha-\varepsilon\frac{dp_2}{dn}+\frac{\varepsilon p_2}{r}$$

ou

$$(3)\qquad \frac{p_1-p_2}{r}+\Pi\cos\alpha+\frac{dp_2}{dn}=0.$$

» Soit, d'autre part, un liquide parfait et incompressible, en mouvement permanent dans le plan. Considérons un des filets liquides, et prenons les mêmes notations que ci-dessus. De l'équation de Bernoulli, $\frac{V^2}{2g}+g+\frac{p}{\Pi}=H$, on tire

$$(4)\qquad \frac{V\,dV}{g\,ds}+\sin\alpha+\frac{1}{\Pi}\frac{dp}{ds}=0.$$

» On obtient, en outre, par la combinaison des équations du mouvement permanent, y compris l'équation de continuité, la relation

$$(5)\qquad \frac{V^2}{gr}+\cos\alpha+\frac{1}{\Pi}\frac{dp}{dn}=0.$$

» Posons maintenant

$$\frac{p_1-p_2}{\Pi}=\frac{V^2}{g}\qquad\text{et}\qquad p_2=p.$$

» En faisant ces substitutions dans les équations (4) et (5), et en tenant compte de l'équation de continuité $\varepsilon V=\text{const.}$, on retombe sur les équations (2) et (3). Par suite, le même réseau de courbes satisfaisant à ces équations pourra représenter non seulement les filets d'un liquide en mouvement permanent, mais aussi les courbes orthopiéziques d'un solide élastique.

» Pour que ce réseau représente effectivement la déformation élastique d'un corps, il faut que l'on ait

$$\Delta_2(p_1+p_2)=0,$$

et, comme on a

$$p_1+p_2=\Pi(H-2y),$$

la condition pour qu'un problème de mouvement permanent puisse se transformer en problème d'élasticité est $\Delta_2 H=0$. Cette condition est

remplie lorsque H est constant, c'est-à-dire lorsqu'il y a un potentiel des vitesses.

» L'assimilation qui vient d'être établie entre les deux genres de phénomènes physiques considérés donne lieu à de nombreuses applications. J'en citerai brièvement une seule.

» Le mouvement périodique des ondes liquides cylindriques dont on sait calculer la forme, exactement pour une mer de profondeur infinie et approximativement dans les autres cas, peut se transformer en un mouvement permanent, si l'on imprime à l'ensemble du liquide une translation égale et contraire à celle des vagues. On peut partir de là pour obtenir, par la transformation indiquée ci-dessus, un état de plissement d'un sol élastique dont toutes les conditions seraient faciles à déterminer. Cet état paraît être celui qui se réalise naturellement lorsqu'un sol élastique se plisse sous l'action d'une compression horizontale. On serait conduit ainsi à reconnaître que la forme normale des plissements du sol terrestre est identique à celle des vagues de la mer. »

CHIMIE. — *Sur deux chlorobromures de tungstène.* Note de M. **Ed. Defacqz**, présentée par M. H. Moissan [1].

« Nous avons montré, dans une précédente Communication [2], que le gaz bromhydrique sec, en réagissant vers 350° sur l'hexachlorure de tungstène, ne donnait pas le composé bromé correspondant, mais un bromure inférieur : le pentabromure; c'est aussi ce dernier corps que MM. Riche [3], Blomstrand [4], Roscoe [5] ont obtenu en faisant agir directement le brome sur le métal.

» Nous avons alors pensé qu'il serait possible de préparer l'hexabromure en traitant l'hexachlorure par l'acide bromhydrique liquide; il n'en est, malheureusement, pas ainsi, et les composés formés sont des chlorobromures de formules différentes suivant les conditions de température

---

[1] Travail fait au laboratoire des hautes études de M. Moissan à l'École de Pharmacie.

[2] Ed. Defacqz, *Comptes rendus*, t. CXXVIII, p. 1232.

[3] A. Riche, *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. L, p. 5.

[4] Blomstrand, *Journal für prakt. Chemie*, t. LXXII, p. 408.

[5] Roscoe, *Chemical News*, t. XXV, p. 61.

auxquelles on opère. Nous avons pu en isoler deux : l'un a pour formule $TuCl^6, 3TuBr^6$; l'autre, $TuCl^6, TuBr^6$; le plus stable est le premier, c'est de lui que nous nous occuperons principalement.

I. — $TuCl^6, 3TuBr^6$.

» *Préparation.* — On liquéfie dans un tube de verre à paroi épaisse, contenant 5^{gr} environ d'hexachlorure de tungstène pur, de l'acide bromhydrique jusqu'à ce que l'on ait 10^{cc} à 15^{cc} de liquide; on scelle le tube et on le porte pendant trois ou quatre heures à la température de 60° à 70°; après refroidissement le tube est ouvert, les gaz se dégagent au travers des sécheurs et sont recueillis.

« Si l'on répète sur le produit obtenu et correspondant à la formule $TuCl^6, 3TuBr^6$ la même expérience, la matière solide isolée de nouveau n'a pas changé de composition.

» *Propriétés.* — C'est une substance vert olive, formée d'amas de petits cristaux, s'altérant très rapidement au contact de l'air et devenant brune.

» Elle fond à 232°.

» Elle est soluble dans un grand nombre de liquides : dans l'alcool absolu, sa solution est rouge ponceau ; dans l'éther anhydre, dans le sulfure de carbone, dans la benzine, la glycérine; elle n'est soluble qu'à chaud dans le tétrachlorure de carbone, et presque insoluble dans l'essence de térébenthine.

» Exposé à l'air, ce chlorobromure attire l'humidité, qui forme autour de la substance de fines gouttelettes qui hâtent sa décomposition; finalement, on obtient une pâte épaisse, jaune verdâtre, d'acide tungstique incomplètement oxydé; comme tous les corps très hygroscopiques, quand on le met en contact avec l'eau, il y produit un bruissement; il est immédiatement décomposé : il se forme un précipité jaune verdâtre d'acide tungstique et une solution d'acide chlorhydrique et d'acide bromhydrique. La vapeur d'eau réagit vers 200° avec très grande énergie pour donner de l'acide tungstique.

» Les corps simples attaquent ce chlorobromure à une température peu élevée : l'action réductrice de l'hydrogène commence vers 200°; près de son point de fusion, le chlore le transforme en hexachlorure avec départ de brome; l'oxygène donne d'abord des oxychlorures et oxybromures, puis, vers 300°, de l'acide tungstique; le soufre et le phosphore forment sans incandescence des sulfure et phosphure.

» Les hydracides employés en solution, gazeux ou liquéfiés, donnent des actions différentes : l'acide fluorhydrique à 40 pour 100 dissout complètement le chlorobromure; l'acide chlorhydrique à 22°B. provoque un léger précipité d'acide tungstique; les acides bromhydrique et iodhydrique gazeux réagissent, le premier vers 200°, il se forme du pentabromure, le second donne du biiodure vers 350°; nous avons déjà vu qu'à la température de 60°, l'acide bromhydrique liquide n'avait aucune action; l'acide sulfhydrique gazeux transforme le chlorobromure en bisulfure vers 300°.

» Les acides azotique et sulfurique le décomposent : il se précipite de l'acide tungstique.

» Les alcalis en solution ou fondus, les mélanges oxydants et le bisulfate de potassium l'attaquent vivement.

» *Analyse.* — La méthode que nous avons employée est la même que celle que nous avons indiquée pour le pentabromure ([1]); elle est basée sur la facile décomposition du chlorobromure par l'eau en acide tungstique précipité d'une part et en une solution d'acide chlorhydrique et d'acide bromhydrique d'autre part.

» Nous avons trouvé les nombres suivants :

	Trouvé.	Calculé pour $TuCl^6, 3TuBr^6$.
Tu...........	30,69 (moyenne de 8 analyses) ([2])	30,80
Br...........	60,16 (moyenne de 5 analyses)	60,27
Cl...........	8,36 (moyenne de 6 analyses)	8,93

II. — $TuCl^6, TuBr^6$.

» *Préparation.* — La préparation est la même que précédemment : nous mettons en contact, en tube scellé, environ 5^{gr} d'hexachlorure de tungstène avec 10^{cc} à 15^{cc} d'acide bromhydrique liquéfié, mais cette fois nous abandonnons le tube pendant deux ou trois jours à la température du laboratoire.

» *Propriétés. Analyse.* — La substance isolée a un aspect cristallin et une couleur vert olive ressemblant beaucoup à celle du corps précédent; ses propriétés sont du reste très voisines.

» L'analyse conduite de la même manière nous a donné les chiffres suivants :

	Trouvé.	Calculé pour $TuCl^6, TuBr^6$.
Tu....................................	34,46	34,68
Br....................................	46,06	45,24
Cl....................................	19,86	20,08

» *En résumé,* il ne nous a pas été possible de préparer l'hexabromure de tungstène par l'action de l'acide bromhydrique liquide sur l'hexachlorure en tube scellé vers 70°, mais nous avons obtenu deux chlorobromures, l'un, le plus stable, qui se forme vers 70° : c'est l'hexachlorotrihexabromure $TuCl^6, 3TuBr^6$; l'autre s'obtient vers 15°, il a pour formule $TuCl^6, TuBr^6$: c'est l'hexachlorobromure; ces deux composés sont les premiers chlorobromures de tungstène connus. »

([1]) Ed. Defacqz, *Comptes rendus,* t. CXXVIII, p. 1232.

([2]) Nous avons trouvé :

Pour Tu : 30,55; 29,94 — 29,90; 29,96 — 31,52; 31,8 — 31,08; 30,84;
» Br : 60,76; 59,90 — 59,60; 60,00 — 60,55;
» Cl : 8,11; 7,90 — 9,19; 8,73 — 8 — 8,37.

CHIMIE. — *Sur l'hypophosphite de cuivre et sa décomposition par le palladium précipité*. Note de M. **R. Engel**.

« La facilité avec laquelle l'acide hypophosphoreux réduit les sels de cuivre est sans doute la cause pour laquelle on n'a pas encore pu obtenir, d'une manière certaine, l'hypophosphite de cuivre, malgré quelques tentatives de H. Rose.

» J'ai été conduit à préparer ce composé, qui possède une stabilité relativement assez grande.

» Pour l'obtenir, il suffit de précipiter une solution de sulfate de cuivre par une solution d'hypophosphite de baryum, molécule à molécule. Les deux solutions peuvent être saturées à 35° ou 40°, sans que, par leur mélange, il se produise une réduction du sulfate de cuivre. Il est essentiel de ne laisser dans la liqueur aucun excès d'hypophosphite de baryum, mais plutôt une trace de sulfate de cuivre. Dans ces conditions seulement, le sulfate de baryum formé se dépose rapidement et peut même être séparé par filtration à froid sur papier durci. La stabilité de la solution et du sel solide est aussi plus grande.

» La solution d'hypophosphite cuivrique peut ainsi être amenée à renfermer environ 10 pour 100 de sel. On ajoute à cette solution un grand excès d'alcool fort, qui provoque la formation d'un précipité cristallin d'hypophosphite cuivrique. On dessèche ce précipité à l'air ou sous cloche en présence d'acide sulfurique.

» L'hypophosphite de cuivre ainsi obtenu est d'un blanc éclatant. Il est anhydre et répond à la formule $(PhO^2H^2)^2Cu$. (Cu trouvé : 32,7 pour 100; théorie 32,84.)

» Il peut être conservé pendant plusieurs jours sans s'altérer. Sa solution étendue peut être portée à l'ébullition sans se décomposer. Ce n'est que lorsque la concentration se rapproche de 7 pour 100 que la décomposition a lieu vers 60°. A l'état sec, l'hypophosphite de cuivre fait brusquement explosion vers 90°, en dégageant de l'hydrogène phosphoré.

» J'ai signalé précédemment que le palladium précipité par l'acide hypophosphoreux de la solution de son chlorure a la propriété d'oxyder une quantité illimitée d'hypophosphite de baryum, en le transformant en phosphite avec dégagement d'hydrogène. C'est là une expérience de cours, très propre à montrer l'action des agents dits *de contact;* la réaction est théorique. Ce palladium décompose également à froid l'hypophosphite de cuivre; il se précipité du cuivre métallique (et non de l'hydrure), il se dégage de l'hydrogène et il se produit de l'acide phosphoreux. Le palladium précipité provoque donc simultanément une oxydation et une réduc-

tion. La réaction a lieu d'après l'équation

$$(PhO^2H^2)^2Cu + 2H^2O = Cu + 2PhO^3H^3 + H^4.$$

» J'ai vérifié que la décomposition formulée ci-dessus est tout à fait théorique, en provoquant, par le palladium, la décomposition de $7^{gr},630$ d'hypophosphite de cuivre et en dosant les produits indiqués dans le second membre de l'équation.

» J'ai trouvé :

	Hypophosphite de cuivre.
D'après le poids du cuivre..................................	7,619
D'après le volume d'hydrogène recueilli et ramené à 0° et à 760mm.	7,640
D'après l'acide titré par acidimétrie en présence du méthylorange comme indicateur..	7,628

» La non formation d'hydrure de cuivre, à froid et malgré un excès d'hydrogène qui se dégage, me paraît très remarquable. J'ai vérifié, d'autre part, que le cuivre précipité ne renfermait aucune dose appréciable de phosphore.

» La décomposition d'une solution d'hypophosphite de cuivre par la chaleur ne se fait pas de la même manière. Il se forme d'abord le précipité brun d'hydrure cuivreux, qui se décompose rapidement en cuivre et en hydrogène. Le dégagement d'hydrogène, d'abord très rapide, se continue ensuite très lentement, pendant un temps fort long, et seulement vers 100°. Il est facile de séparer les deux phases de la réaction.

» Dans la première, le cuivre est précipité et il se dégage exactement la moitié de l'hydrogène que dégage le palladium d'un égal poids d'hypophosphite de cuivre. La décomposition de ce sel est donc représentée exactement par la formule

$$(PhO^2H^2)^2Cu + H^2O = Cu + H^2O + PhO^3H^3 + PhO^2H^3.$$

» Il subsiste donc, dans la liqueur, après la précipitation du cuivre (dont il reste quelques traces en solution, environ 0,4 pour 100), de l'acide hypophosphoreux qu'il est facile de reconnaître par la réduction qu'il fait subir au sulfate de cuivre. L'exactitude de la formule ci-dessus a été vérifiée comme celle de la décomposition de l'hypophosphite de cuivre par le palladium.

» Dans la seconde phase, le cuivre précipité détermine lentement, vers 100°, l'oxydation de l'acide hypophosphoreux restant, comme le pal-

ladium le fait à froid et plus rapidement. Cette propriété du cuivre précipité, que j'ai déjà signalée, a été reconnue depuis par MM. Bartlett et Walter H. Merril.

» Le palladium précipité additionné d'acide hypophosphoreux réduit à froid, avec dégagement d'hydrogène, non seulement les sels de cuivre, mais aussi ceux de bismuth et d'antimoine. La précipitation est totale. Le métal précipité sur le palladium ne lui enlève pas son activité.

» Avec le chlorure stanneux et les sels de plomb, il y a précipitation partielle de l'étain et du plomb, sans dégagement d'hydrogène, et le métal précipité sur le palladium lui enlève son activité. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Aldéhydes salicylique et para-oxybenzoïque et salicylhydramide.* Note de MM. **Delépine** et **Rivals**.

« Ayant entrepris, à des points de vue différents, l'étude thermochimique des dérivés de l'aldéhyde salicylique, nous avions obtenu, chacun de notre côté, des résultats incompatibles avec certaines déterminations antérieures.

» Nous avons cru devoir mesurer à nouveau les chaleurs de formation de l'acide et de l'aldéhyde salicyliques; nous y avons joint celles de l'aldéhyde *p.*-oxybenzoïque, du salicylhydramide et quelques expériences de contrôle.

» 1° *Acide salicylique* $C^7H^6O^3$. — Chaleur de combustion moléculaire à volume constant et à pression constante : $728^{Cal},2$; Stohmann a trouvé, de son côté, d'abord $729^{Cal},5$, puis plus récemment $727^{Cal},1$. Adoptons la moyenne de ces trois nombres, soit $728^{Cal},3$; on en déduit pour la chaleur de formation par les éléments de l'acide solide $+138^{Cal},8$.

» Si d'autre part on adopte, pour la chaleur de formation du phénol solide, $+36^{Cal},8$ (Berthelot et Louguinine) (¹), on a pour la réaction

$$C^6H^6O \text{ sol.} + CO^2 \text{ gaz} = C^7H^6O^3 \text{ sol.} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad +7^{Cal},7$$

» MM. Berthelot et Werner (²) ont trouvé directement $+6^{Cal},3$.

» 2° *Aldéhyde salicylique* $C^7H^6O^2$.—Pour débarrasser rigoureusement l'aldéhyde commercial de toute trace de phénol qui élèverait la chaleur de combustion, nous l'avons précipité par l'ammoniaque à l'état de salicylhydramide. Celui-ci a été lavé à

(¹) *Ann. de Chim. et Phys.*, 6ᵉ série, t. XIII, p. 328; 1888.
(²) *Ann. de Chim. et Phys.*, 6ᵉ série, t. VII, p. 146; 1886.

l'eau et à l'alcool froids, puis décomposé par l'*acide chlorhydrique étendu*. Après vingt-quatre heures, l'huile déposée est séchée et distillée : c'est de l'aldéhyde salicylique pur qui passe à point fixe à 195°,5 sous 760^{mm} de pression et qui *se solidifie à* +1°.

Chaleur de combustion pour 1^{gr}		cal 6526,5 6528,3
	Moyenne	6527,4
Chaleur de combustion moléculaire	à volume constant	796^{Cal},34
	à pression constante	796^{Cal},6
Chaleur de formation par les éléments		Cal +70,5

» On a alors pour l'aldéhyde transformé en acide :

C^7H^6O liq. + O = $C^7H^6O^3$ sol. .... +68^{Cal},3

» 3° *Aldéhyde para-oxybenzoïque* $C^7H^6O^2$. — Cristaux fondant à 116°.

Chaleur de combustion pour 1^{gr}		cal 6506,6 6499,9 6495,4
	Moyenne	6500,6
Chaleur de combustion moléculaire	à volume constant	793^{Cal},07
	à pression constante	793^{Cal},3
Chaleur de formation par les éléments		Cal +73,8
Chaleur d'oxydation de l'aldéhyde solide transformé en acide para-oxybenzoïque solide (Stohmann)		+67,4

» On obtient, en résumé, pour la chaleur d'oxydation des deux aldéhydes, des valeurs très voisines de celles que fournissent les aldéhydes benzoïque (+68^{Cal},8), anisique (+72^{Cal},1) et cinnamique (+70^{Cal},1).

» 4° *Salicylhydramide* $(C^7H^6O)^3Az^2$. — Ce corps, résultat de la combinaison de 3 molécules d'aldéhyde et de 2 molécules d'ammoniaque avec élimination de 3 molécules d'eau, *fond toujours à* 167°, quel que soit le mode de préparation. Ce point de fusion s'éloigne beaucoup de ceux qui sont indiqués par les auteurs : Herzfeld (145°), Löwig (116°). L'analyse ne laisse d'ailleurs aucun doute sur sa composition (on a trouvé : C = 72,73 pour 100, H = 5,37 ; calculé : C = 72,83, H = 5,21).

» Notons encore, en contradiction avec Ettling, que cet hydramide est décomposé à froid rapidement par les acides et les alcalis étendus. L'aldéhyde formique en chasse

également l'aldéhyde salicylique.

Chaleur de combustion pour 1gr	cal 7302,9 / 7299,2 / 7310,2 / 7311,9 / 7303,8
Moyenne	7305,6
Chaleur de combustion moléculaire — à volume constant	2527,73
Chaleur de combustion moléculaire — à pression constante	2528,9
Chaleur de formation par les éléments	Cal +72,4

» D'où l'équation génératrice :

(I) $3C^7H^6O^2$ liq. + $2AzH^3$ diss. = $(C^7H^6O)^3Az^2$ sol. + $3H^2O$ liq. + 2 × $12^{Cal},95$.

» A titre de vérification, nous avons pu réaliser, dans le calorimètre, les réactions suivantes qui s'achèvent en quelques minutes :

(II) $(C^7H^6O)^3Az^2$ sol. + 3KOH ($1^{mol} = 1^{lit}$) = $3C^7H^5O^2K$ diss. + $2AzH^3$ diss. .... $-6^{Cal},5$

(III) $3C^7H^5O^2K$ diss. + $2AzH^3$ diss. + 5HCl diss. = 3KCl diss. + $2AzH^4Cl$ diss. + $3C^7H^6O^2$ liq. .... $+45^{Cal},9$

» On en déduit, pour la réaction (I), 2 × $13^{Cal},3$. La concordance ne laisse rien à désirer.

» La réaction (II) se passe en deux temps : on observe d'abord un dégagement de chaleur d'au moins $3^{Cal},1$, dû selon nous à la saturation par la potasse de la troisième fonction phénolique du salicylhydramide, les deux autres étant déjà saturées dans la molécule même, ce que nous exprimons par le schéma suivant :

```
C⁶H⁴ — CH = Az
   \  O  /  |  \
      O     H    CH — C⁶H⁴ — OH
      O     H
   /     \  |  /
C⁶H⁴ — CH = Az
```

qui représente la formule d'un hydramide dans lequel les deux atomes d'azote satureraient deux fonctions phénoliques en devenant pentavalents comme dans un phénate d'ammonium.

» On s'explique alors que le salicylhydramide soit *jaune comme un*

salicylure, au lieu d'être *blanc comme les hydramides.* La vraisemblance de cette hypothèse est encore renforcée par ce fait que cette sorte de saturation interne a augmenté légèrement la chaleur de formation du salicylhydramide comparé aux autres hydramides ([1]) et que la couleur jaune n'existe plus dans les hydramides dérivés des éthers ortho $C^6H^4\langle{}^{OCH^3}_{CHO}$ et $C^6H^4\langle{}^{OC^2H^5}_{CHO}$, lesquels, d'après Perkin, sont blancs.

» L'aldéhyde *p.*-oxybenzoïque contraste singulièrement avec l'isomère *ortho.* Pas plus qu'Herzfeld, nous n'avons pu en préparer aucune combinaison ammoniacale stable dans les conditions ordinaires ; c'est là un curieux résultat, qu'une fonction phénolique éloignée paralyse ainsi les réactions de la fonction aldéhyde, d'habitude si active vis-à-vis des composés azotés. »

TERATOLOGIE. — *Sur un monstre double sternopage en voie de formation, observé sur un blastoderme d'œuf de poule* ([2]). Note de MM. **Bonmariage** et **Petrucci**, présentée par M. Marey.

« Il n'y avait jusqu'à présent qu'une observation unique d'un fait de ce genre chez l'oiseau. Elle est due à Allen Thomson ([3]) qui a vu et figuré un sternopage en voie de formation sur le blastoderme d'un œuf d'oie. La figure d'Allen Thomson a été reproduite par M. Dareste dans ses *Recherches sur la production artificielle des monstruosités*, page 524, édition de 1891. Ce type monstrueux n'avait jamais été observé chez la poule.

» La pièce que nous avons étudiée est malheureusement en fort mauvais état. Elle provient d'une série d'œufs de poule que nous avions mis à incuber dans une atmosphère d'oxygène au cours d'une étude sur l'influence des milieux. L'œuf a été ouvert assez tardivement, au septième jour; les embryons étaient morts, et, en partie, macérés; d'après leur aspect général, on peut leur attribuer un âge qui ne dépasse guère le quatrième jour. Nous n'aurions point figuré cette pièce et attiré l'attention sur ce fait si l'extrême rareté de ce type monstrueux chez l'oiseau ne lui avait donné une importance exceptionnelle.

([1]) Delépine, *Comptes rendus,* t. CXXVI, p. 343; 1898.

([2]) Ces études ont été faites à l'Institut d'Hygiène de Bruxelles, dirigé par M. Bonmariage.

([3]) Voir *Remarks on the early condition and probable origin of double monsters* (*The London and Edinburgh monthly journal of medical Science;* 1844).

» La pièce est constituée par deux embryons enfermés dans un amnios unique; les deux corps embryonnaires sont complètement distincts dans la partie supérieure et ils étaient également distincts dans la partie inférieure, ainsi qu'on en peut juger par leur direction générale et par ce qui subsiste des corps embryonnaires dans cette région, presque complètement détruite. Ce qui reste des bourgeons des membres inférieurs et la position respective sur deux plans distincts des deux embryons, permet de rejeter toute idée d'union future par les colonnes vertébrales, les bassins ou les membres inférieurs. On voyait des îles du sang, éparses dans l'aire vasculaire.

» Les deux embryons sont retournés sur le jaune et se font vis-à-vis; l'embryon de gauche est dans la position normale, c'est-à-dire retourné sur le côté gauche, tandis que l'embryon de droite est atteint d'hétérotaxie et retourné sur le côté droit. Au-dessous des têtes, dans la région qui sépare les deux corps embryonnaires, on voit un cœur unique. On se trouve donc bien en présence d'un sternopage en voie de formation.

» Cette pièce, qui répète pour le poulet les conditions de l'observation d'Allen Thompson pour l'oie, vient à l'appui de la théorie que Dareste a émise sur la formation des trois types de monstruosité *sternopage, thoracopage, ectopage,* formation dont le fait initial est constitué par l'inversion de l'un des deux sujets et l'union, médiate ou immédiate, des deux anses cardiaques dans l'intervalle qui sépare la tête des deux embryons. L'anse cardiaque du sujet de droite, sortie à gauche, conduit l'embryon à se coucher sur le côté droit et détermine l'hétérotaxie; venant se conjuguer avec l'anse cardiaque, sortie à droite, du sujet de gauche, elle forme le cœur unique du monstre sternopage. Plus tard, les somatopleures, amenées au contact par suite de la position des deux embryons, donnent les parois costo-sternales et la double poitrine de ces monstres.

» Nous nous expliquons la production de ce monstre sternopage par l'influence de l'atmosphère d'oxygène dans laquelle l'œuf a poursuivi son développement. Il est, en effet, inexplicable qu'un type de ce genre ait échappé à des observateurs aussi sagaces que ceux qui se sont occupés de la tératologie du poulet et qui ont manipulé un nombre considérable d'œufs. Même rare, ce type monstrueux eût dû se présenter au moins une fois au cours de ces observations. D'autre part, c'est un fait d'observation — Isidore Geoffroy Saint-Hilaire l'a depuis longtemps signalé — que certaines espèces animales sont prédisposées plus que d'autres à la production de certaines monstruosités. Cela expliquerait l'observation unique d'Allen Thompson, celle-ci portant sur un œuf d'oie, tandis que la presque totalité des monstres doubles ornithologiques a été observée chez la poule.

» Cette prédisposition de certaines espèces à produire certains types

monstrueux doit être considérée comme dépendant de l'individualité du germe. Le fait que nous avons obtenu, avec l'incubation dans une atmosphère artificielle d'oxygène, et dès les premiers débuts de notre travail, un monstre double, d'un type non encore observé chez la poule, conduit à penser que certaines conditions extérieures peuvent retentir sur les propriétés du germe inhérentes à l'espèce et qui font son individualité spécifique, de telle sorte que des monstruosités qui ne se produisent que rarement, ou peut-être jamais dans une espèce déterminée, lorsque le germe se développe dans des conditions à peu près normales, peuvent être déterminées de façon plus ou moins fréquente par l'influence de conditions extérieures entièrement anormales. Le petit nombre d'œufs, une vingtaine environ, que nous avons soumis à l'action de l'oxygène, tend, du reste, à justifier cette opinion. »

GÉOLOGIE. — *Complément d'observations sur le terrain caillouteux des Préalpes vaudoises*. Note de M. **Stanislas Meunier**.

« J'ai eu l'occasion de développer les raisons tirées de l'observation sur le terrain, comme de l'expérience dans le laboratoire, qui me font croire qu'on a méconnu la signification des placages de terrain caillouteux généralement considéré comme glaciaire dans les Préalpes vaudoises et dans les régions de constitution analogue. Les stries que présentent en abondance les galets de calcaire polis renfermés dans ce terrain se rattachent, suivant moi, au mécanisme de la dénudation souterraine et non pas aux conditions, d'ailleurs exceptionnelles, même dans les moraines, qui seules ont paru, d'après le sentiment même d'Agassiz, avoir pu leur donner naissance.

» C'est comme complément à ces considérations, confirmées pour moi d'une manière définitive par les études de cette année, que je viens signaler aujourd'hui, en quelques mots, les particularités qui m'ont été offertes par une coupe inopinément rencontrée.

» On peut l'étudier sur la rive droite du torrent appelé la *Baie de Clarens*, qui descend du pied sud du mont Folly pour se jeter dans le lac Léman. Les travaux de la nouvelle route qui doit joindre Blonay à Charnex ont nécessité l'exploitation d'un énorme placage de terrain caillouteux auquel on emprunte des blocs pour les muraillements, des éclats pour le macadam et du sable pour le mortier. Ce placage a été recoupé, en face de

Brent, par une tranchée de 200^{m} de longueur, dans laquelle est disposé un petit chemin de fer et dont les parois sont très instructives.

» Il se trouve, en effet, qu'au lieu d'intéresser ce terrain, comme dans les autres localités, tangentiellement au flanc des montagnes où l'on ouvre des routes avec une déclivité aussi faible que possible, on l'a recoupé cette fois presque suivant la ligne de plus grande pente; il en est résulté, à mon point de vue, des enseignements tout nouveaux.

» Cette ligne de plus grande pente est très diversement inclinée suivant les points : sur le flanc du coteau elle plonge rapidement, mais plus haut elle tend vers l'horizontalité. Et la conséquence c'est que les eaux d'infiltration ruissellent dans la masse avec une activité très inégale, ici et là, et que le travail de la dénudation souterraine est très loin d'être uniforme.

» Tandis que sur le flanc du coteau la soustraction des poussées souterraines est très rapide et que les tassements correctifs producteurs des stries sont continus et étendus, plus haut, au contraire, ce travail est très modéré et peu sensible. Aussi, dans le premier cas et toutes choses égales d'ailleurs, voit-on la boue beaucoup moins abondante pendant que les galets calcaires sont très richement striés, tandis que, dans l'autre cas, on observe des intercalations de lits limoneux et un excès de boue qui, bien loin de présenter la structure des moraines, permet de retrouver des formes de deltas superposés. En même temps, on reconnaît que les stries font défaut à peu près complètement.

» Sans entrer dans le détail de cette coupe, que j'ai relevée d'une manière complète et que je donnerai ailleurs, il importe de faire remarquer comment ces faits, qui sont incompatibles avec l'hypothèse glaciaire, peuvent confirmer au contraire la manière de voir que je propose.

» Il n'y aurait, en effet, aucune raison pour que le nombre des blocs striés par le glacier variât avec la distance au thalweg actuel : au contraire, si l'on rattache les stries à l'intensité de la dénudation souterraine, on peut prévoir les faits observés. Cette intensité varie en effet, sans aucun doute, quant au cube de matière dont elle détermine la soustraction et quant à la puissance des tassements qui en résultent, avec la forme même du terrain.

» En terminant, je constaterai que mes publications sur cette question ont amené des géologues à modifier leur première opinion. M. Schardt, par exemple, sans renoncer à l'idée que les placages de terrains caillouteux sont glaciaires, admet que les stries ne sont pas dues au mécanisme ordinaire (friction entre le glacier en mouvement et la roche sous-jacente), mais que le glacier, montant sur la moraine déjà constituée, aurait par son

poids déterminé les tassements générateurs de stries. Ce changement de point de vue est pour moi très précieux : je le regarde comme un premier terme dans une évolution qui ne s'arrêtera pas là. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur un voyage aérien de longue durée, de Paris à la Méditerranée, exécuté le* 16-17 *septembre dernier.* Note de M. **Gustave Hermite.**

« J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie le résumé de l'ascension que nous venons d'exécuter, M. Maurice Farman et moi, à l'usine à gaz du Landy (Saint-Denis), le 16 septembre dernier.

» Partis à $6^h 25^m$ s., nous avons atteint l'altitude barométrique de 4700^m, d'après nos enregistreurs Richard, qui ont parfaitement fonctionné et qui ont été spécialement contrôlés avant et après notre voyage par les soins de M. J. Jaubert, directeur du Service météorologique de la ville de Paris.

» Notre descente s'est effectuée sans accident, par un très violent mistral, au sud de Vergière, sur les bords de la Méditerranée, près du golfe de Fos (embouchure du Rhône), après avoir séjourné quinze heures huit minutes dans l'atmosphère (distance parcourue 655^{km}).

» Notre aérostat cubait 1950^m. Comme instruments, nous avions à bord :

» 1° Un triple enregistreur (bar. therm. hygr.) disposé dans le panier parasoleil et suspendu suivant notre coutume;

» 2° Un baromètre enregistreur;

» 3° *Un indicateur de route,* appareil fondé sur l'utilisation du vent relatif et expérimenté pour la première fois. Je l'avais conçu dans le but de déterminer la direction de l'aérostat lorsqu'on a perdu tout point de repère dans les nuages. Je me propose de donner, dans une prochaine Communication, la description de cet appareil et les résultats obtenus au cours de cette ascension.

» Nous emportions aussi divers instruments, boussoles, appareils photographiques, lampes électriques, etc.

» Enfin, une partie de notre lest était constituée par dix mille feuilles questionnaires, classées et numérotées d'une façon spéciale, et que nous avons semées pendant toute la durée de notre voyage, à des heures déterminées. Beaucoup de ces feuilles nous ont été renvoyées par la poste. Grâce au précieux concours des habitants qui avaient rempli nos questionnaires, nous avons pu reconstituer avec précision, non seulement toute

notre trajectoire, mais aussi toutes les variations de notre vitesse horizontale.

» Notre départ s'est effectué par un temps à grains et un vent de nord-ouest assez fort, qui nous a fait parcourir 60^{km} dans la première heure. Notre direction vers le sud-est n'a pas varié pendant la nuit, mais la vitesse a diminué graduellement jusqu'au matin (16^{km} à l'heure au sud de Chalon-sur-Saône). Nous avons été constamment entourés d'énormes nuages, sans recevoir de pluie. Nous avons entrevu la Terre à travers de rares éclaircies et la Lune nous a permis d'observer plusieurs phénomènes d'optique :

» 1° Un arc-en-ciel absolument incolore, qui apparut quelques instants à notre gauche, peu en dessous de nous vers 8^h du soir;

» 2° Plusieurs apparitions de l'ombre du ballon, projetée sur les nuages et entourée d'une petite auréole également *incolore*.

» L'humidité, contrairement à la loi générale, augmentait avec l'altitude et atteignait (à quelques centièmes près) le point de saturation à 2800^m, maximum de hauteur nocturne atteinte peu avant l'aurore (therm. — 5° C.)

» Au petit jour, nous nous sommes dirigés directement vers le sud, et notre vitesse, faible au début de ce nouveau courant aérien, a été constamment en augmentant, au point de se transformer en un mistral terrible à quelques centaines de kilomètres plus au sud. C'est en ce point de bifurcation (sud de Chalon-sur-Saône), par 2500^m (H. = 36; T. = —4°) d'altitude, que nous avons aperçu *un nuage en forme de trombe* qui nous a enveloppés en tournant autour de nous. L'équilibre de l'aérostat fut, en cet instant, très compromis. Je suppose que nous devions être entraînés en ce moment dans une sorte de tourbillon, formé au point de rencontre des deux courants aériens, que nous avons suivi.

» Étant redescendus, à 5^h52^m du matin, jusqu'à 900^m, nous reconnaissons le pays des Dombes (45^{km} au nord de Lyon) et nous recevons quelques grosses gouttes de pluie. Notre aérostat commença alors à remonter vers les hautes régions. A 3800^m, nous dépassons les nuées et nous assistons au spectacle merveilleux de la mer des nuages, ondulée, d'où émergeaient au loin les principales sommités des Alpes.

» Le mont Blanc nous servit longtemps ainsi de guide. A 4100^m, nous avons traversé un nuage de glace diaphane et composé de cristaux microscopiques qui se déposaient sur nous *avec un crépitement particulier* (therm. : — 7°; hygrom. : 40). Au-dessous, pluie légère. Nous avons vu aussi, phénomène rare, l'*image du Soleil réfléchie par la mer des nuages* faisant l'office d'un miroir. Nous suivons la rive gauche du Rhône, les nuages se dissolvent peu à peu sur le fleuve et, balayés par le mistral, se rejettent sur les montagnes. Au-dessous de nous, s'ouvre alors un abîme transparent, au fond duquel nous voyons défiler, avec une rapidité foudroyante, Valence Montélimar, Orange.... A 9^h12^m, au zénith d'Avignon, nous apercevons la mer (baromètre, altitude : 4700^m; therm. : — 10°; hygrom. : 26). Nous laissons descendre l'aérostat et ressentons un vent relatif violent. A 1500^m, le vent siffle avec un bruit strident. A 9^h33^m, nous atterrissons dans la Crau, après quelques terribles secousses. Nous venions de faire 130^{km} à l'heure depuis Avignon, et, à terre, la vitesse du mistral est bien plus grande encore, mais je n'ose l'estimer.

» Nous attribuons le succès de cet atterrissage, effectué dans des circonstantes aussi périlleuses, à l'excellent fonctionnement des organes spéciaux conçus par M. Besançon en vue de notre ascension.

» Nos diagrammes sont très nets et établissent une décroissance de température de 1° par 185^m. La marche de l'hygromètre a été normale pendant le jour. Nous avons pris aussi quelques bonnes photographies dans les hautes régions.

» En terminant, je me permettrai de faire remarquer que nous avons suivi exactement la direction qui nous avait été indiquée, le matin même de notre départ, par le Bureau central météorologique. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Écarts barométriques sur le méridien du Soleil aux jours successifs de la révolution tropique de la Lune.* Note de M. **A. Poincaré**, présentée par M. Mascart.

« *Préliminaires.* — Voir plus particulièrement les Communications des 24 avril et 10 juillet 1899, n^{os} **17** et **2**. L'année étudiée, le mode de procéder et les notations restent les mêmes (δ déclinaison de la Lune, λ latitude du point considéré, EqL équilune, LB, LA lunistice boréal, austral, etc.).

» Je numérote les jours tropiques de 1 à 27, le jour 1 étant celui où la Lune, en ascension, a dépassé l'équateur avant midi-Paris. Quand l'EqL est avant le premier minuit du jour 1, je prends encore pour cote du midi dudit jour la moyenne des cotes des jours 0 et 1. J'appelle :

» *Jours antithétiques,* deux jours où la Lune est en déclinaisons contraires, les plus voisines de l'égalité en valeur absolue et en même marche, rapprochement ou éloignement, par rapport à l'équateur, 1 et 15, 2 et 16, ..., 13 et 27, différence 14;

» *Jours symétriques,* déclinaisons contraires et marche inverse par rapport à l'équateur, 1 et 27, ..., 13 et 15, somme 28;

» *Jours opposés,* mêmes déclinaisons, et marche inverse, 1 et 13, ..., 6 et 8, 15 et 27, ..., 19 et 23, somme 14 ou 42.

» Les jours 7 et 21, jours du LB et du LA, sont à la fois antithétiques et symétriques, chacun d'eux est son propre opposé.

» Cette nomenclature n'a d'autre prétention que de s'adapter à l'objet de mon étude et à l'utilisation des documents compulsés.

» Les valeurs des déclinaisons ne sauraient que par exception être exactement les mêmes aux deux midi-Paris de jours antithétiques, symétriques ou opposés. La différence qui, dans les moyennes de l'année, n'est que de 0°,5 aux antithétiques 7 et 21, atteint 1°59′ aux 11 et 25 et 3°16′ aux 1 et 15.

» *Généralités sur les effets de la révolution tropique et leur représentation.* — Restant sur le méridien de Greenwich, je prends, dans les dix mois en pendant deux à deux, les écarts barométriques moyens aux jours succes-

sifs de la révolution tropique. Les effets de la rotation terrestre et de la révolution de la Lune autour de la Terre sont éliminés. Je continue à faire provisoirement abstraction de ceux de la révolution anomalistique.

» Subsistent les effets qui se produisent uniformément suivant le méridien sur tout l'hémisphère et qui résultent, pendant le temps donné, de l'action en soulèvement ou en compression proportionnelle à $\sin\lambda \sin\delta$ et de la traction proportionnelle à $\cos\lambda \sin\delta$ (sens S.-N. pour δ positive; formules, p. 1054, *Comptes rendus*, 4 avril 1898). Restent, en outre, ceux des refoulements et reflux, soit des retombées et des appels d'air, conséquence du mouvement méridien et de la variation des parallèles.

» Il faut aussi compter avec le mouvement de bascule que provoque la marche en spirale de la trace de la Lune. Il disparaît d'ailleurs dans les demi-sommes des écarts de part et d'autre d'un parallèle.

» Il en est de même des effets, plus considérables, produits par la différence entre les reliefs des deux quarts de méridien et de leurs prolongements sur l'hémisphère austral: les situations aux côtés opposés sont généralement contraires.

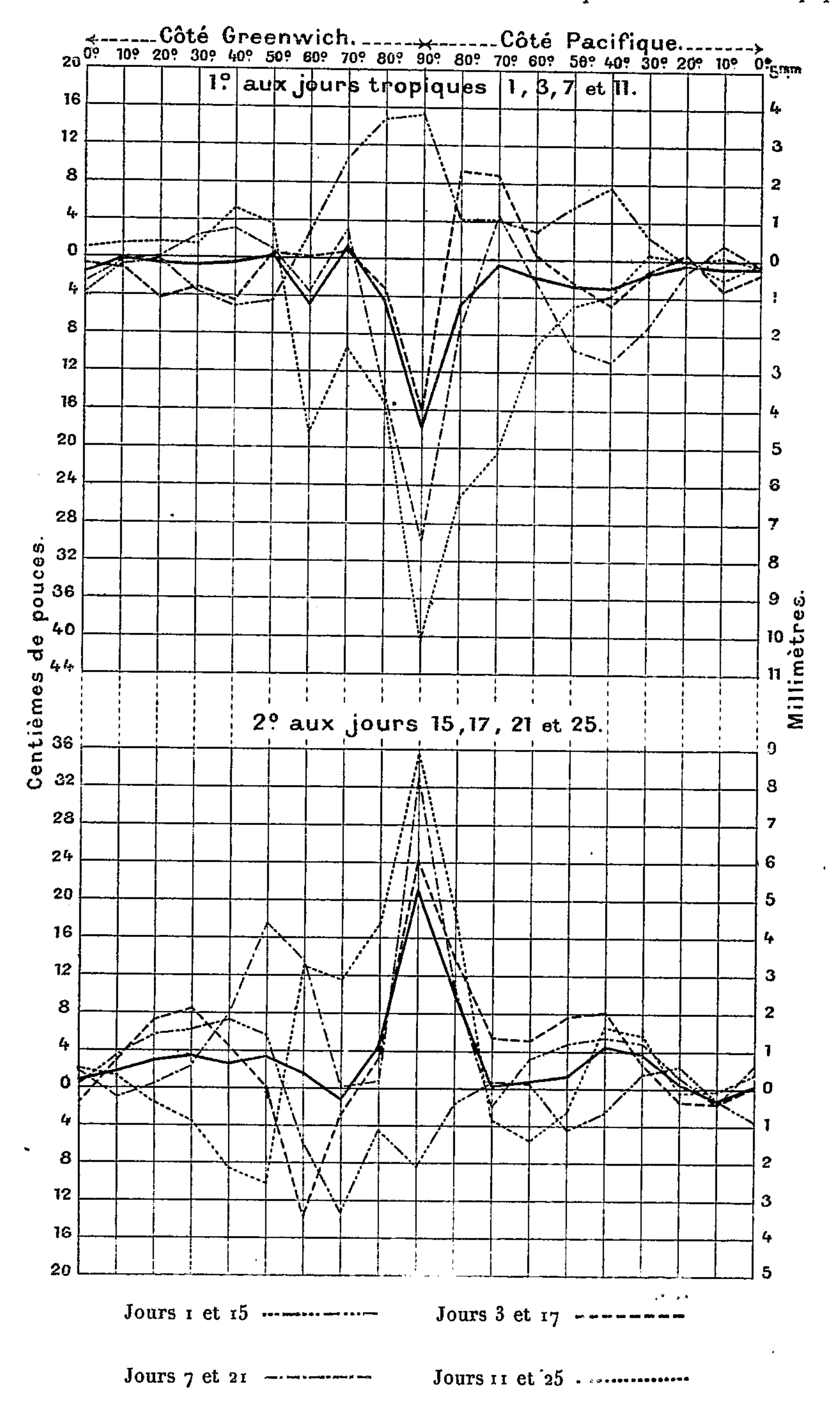
» De plus, les conditions moyennes des reliefs étant à peu près les mêmes sur l'hémisphère que sur le méridien considéré, les demi-sommes ainsi établies sur chaque parallèle peuvent, sans grande erreur, être, dans les moyennes, appliquées à tout le parallèle. La somme des écarts sur le parallèle est donc proportionnelle au produit de cette demi-somme par le cosinus de la latitude.

» Je choisis, pour les représenter sur la double figure ci-après, où les lignes d'abscisses correspondent encore aux cotes normales dues au Soleil, les écarts moyens de l'année dans les quatre jours tropiques 1, 3, 7 et 11, Lune boréale, et dans les quatre jours respectivement antithétiques, 15, 17, 21 et 25, Lune australe. J'utilise au besoin, dans la présente Note, les chiffres trouvés pour les jours intermédiaires.

» Comme nous considérons les moyennes d'une année, si les valeurs absolues des déclinaisons, aux midis de deux jours antithétiques, étaient exactement égales, les écarts acquis à ces deux midis seraient inverses, leurs profils suivant le méridien seraient symétriques. Les courbes antithétiques qui, sur la double figure, s'écartent le plus de la parfaite symétrie, sont, en effet, celles des jours où les valeurs des déclinaisons diffèrent le plus.

» L'opposé est l'antithétique du symétrique. Il y a, entre opposés et entre symétriques, des relations plus complexes, reliées à la somme des actions en la demi-révolution.

Écarts barométriques produits, sur le méridien du Soleil par la révolution tropique.



» *Écarts au pôle.* — Aux $EqL\,\frac{\text{ascendante}}{\text{descendante}}\pm 7^{mm},5$. A $\delta\pm 8^\circ$, nuls. A LB et à LA : $\pm 9^{mm}$. Vers $\delta\pm 10^\circ\,\frac{\text{descendante}}{\text{ascendante}}$, après jours 11 et 25 : $\mp 11^{mm}$.

» Moyenne des écarts en Lune boréale ou australe : pour les jours représentés, $\mp 4^{mm},9$; pour l'ensemble des jours, $\mp 6^{mm},5$.

» *Écarts à l'équateur.* — Vont de 0 aux EqL à $\mp 0^{mm},45$ à LB ou LA. De LB ou LA à EqL, retour à 0. Ressaut oscillant.

» *Écarts intermédiaires.* — Abstraction faite des petites irrégularités qu'on trouve surtout du côté atlantique, les deux profils moyens, Lune boréale et australe, atteignent à la latitude $40^\circ\pm 0^{mm},75$, puis se rapprochent et touchent à la ligne des abscisses à 70°, pour de là s'élancer vers le minimum ou le maximum polaire.

» Aux jours 1 et 15, les écarts restent de même sens qu'en la demi-révolution antérieure, au-dessus du parallèle 45°, et passent à l'autre sens au-dessous. Aux 3 et 17, écarts du nouveau sens fortement accusés entre 10° et 50°, court renversement vers 60° ou 70°; pointes polaires retournées et rapidement développées. Aux 7 et 21, grande progression des pointes polaires et élargissement de leur base; de l'autre côté de la ligne des abscisses, il ne reste plus que les saillies du parallèle 70°. Aux 11 et 25, plus grand développement des écarts au-dessus de 60°; des mouvements contraires s'accentuent au-dessous.

» De EqL ascd. à LB, la saillie positive des latitudes intermédiaires remonte de 10° ou 20° à 70°. De LB à EqL ascd., elle disparaît d'abord dans l'élargissement du trou polaire, puis reparaît à 70°. De EqL à LA, elle recule à 40°, laissant entre elle et la pointe polaire une excavation qui s'approfondit de LA à EqL. C'est le mouvement, autrefois étudié, des lignes de maxima; c'est la substitution du chapelet circompolaire de la Lune australe à la grande dépression polaire de la Lune boréale.

» Ne pas perdre de vue que ces effets se superposent, en chaque mois tropique, à une situation créée par la marche similaire et treize fois plus lente des saisons.

» *Variation de la pression moyenne sur l'hémisphère.* — On a, à un jour donné, l'écart moyen de l'hémisphère en divisant par la somme des cosinus la somme des écarts moyens sur les parallèles 5°, 15°, ..., 85°.

» La moyenne des écarts en Lune boréale et australe n'est que de $\mp 0^{mm},50$. Les plus grands sont de 1^{mm} et se présentent aux jours 9 et 23, deux jours après LB et LA.

» Le passage des — aux + s'opère un peu après l'EqL ascd., vers la déclinaison — 3°, par un relèvement barométrique rapide de 1^{mm} dans les jours 14 et 15. Le passage des + aux — se fait, au contraire, par des oscillations aux 27, 1 et 2. On trouve à faire des distinctions analogues entre les deux équinoxes.

» La comparaison de six mois synodiques aux six autres me donne, de la même façon, une moyenne barométrique sur l'hémisphère de $759^{mm},74$ en Soleil austral et de $759^{mm},68$ en Soleil boréal. Si l'on coupait l'année exactement aux équinoxes, les différences avec la moyenne $759^{mm},7$ seraient plus sensibles. Quoi qu'il en soit, pour la révolution tropique de la Lune et pour la marche des saisons, ce qu'il y a de plus caractéristique dans les mouvements barométriques d'ensemble, ce sont les différences par zônes terrestres et celles entre les jours tropiques lunaires, ou les demi-mois solaires. »

M. **von Sichart** adresse une Note relative à un calendrier perpétuel.

M. E. **Granboulan** adresse une Note sur un système de propulsion des navires à vapeur.

La séance est levée à 3 heures et demie.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 18 septembre 1899.

Comment on défend son bétail. Moyens de prévenir et de combattre la fièvre aphteuse (cocote), par G. Fabius de Champville. Paris, s. d.; 1 fasc. in-18. (Hommage de l'Auteur.)

Statistique sanitaire des villes de France et d'Algérie, pendant l'année 1897, *et Tableaux récapitulatifs des années* 1886 *à* 1897. (12e année.) Melun, 1899; 1 vol. petit in-4°.

Annales des Ponts et Chaussées. 1re Partie, 1899, 2e trimestre. Paris, Vve Ch. Dunod; 1 vol. in-8°.

Mémoires de la Société d'Agriculture, Sciences et Arts de la Marne. 2ᵉ série, t. I, 1ʳᵉ et 2ᵉ Parties, 1898-1899. Châlons-sur-Marne, Martin frères, 1899; 2 vol. in-8°.

Koninkrijk der Nederlanden. Statistiek van den in-, uit- en doorvoer, over het jaar 1898, *uitgegeven door het department van financiën;* eerste gedeelte. 1899; 1 vol. in-f°.

List of members of the British Astronomical Association. September 1899. London; 1 fasc. in-8°.

The record of the Royal Society. 1897, n° 1. London, Harrison and Sons, 1897; 1 vol. in-8°.

The Chicago Academy of Sciences. Fortieth annual Report for the year 1897. Chicago, U. S. A., 1898; 1 fasc. in-8°.

The Pleistocene features and depositis of the Chicago Area, by FRANK LEVERETT. (The Chicago Academy of Sciences, Bull. n° 11 of the geological and natural history Survey, issued May 1897.) 1 fasc. in-8°.

American chemical Journal, edited by IRA REMSEN. Vol. XX, nᵒˢ 8-10 (1898); Vol. XXI, nᵒˢ 1-5 (1899). Baltimore, 1898-99; 8 fasc. in-8°.

The institution of mechanical engineers. Proceedings. 1899, n° 1. London; 1 vol. in-8°.

American Journal of Mathematics. Edited by THOMAS CRAIG, with the cooperation of SIMON NEWCOMB, published under the auspices of the Johns Hopkins University. Vol XX, n° 4 (1898); Vol. XXI, nᵒˢ 1-2 (1899). Baltimore, 1898-99; 3 fasc. in-4°.

Memoirs and proceedings of the Manchester literary and philosophical Society. 1898-1899. Vol. XLIII, part 4. Manchester, 1 fasc. in-8°.

Nova acta regiæ Societatis scientiarum upsaliensis. Seriei tertiæ, Vol. XVIII, fasc. 1. 1899. Upsaliæ, Ed. Berling, 1899; 1 vol. in-4°.

Annalien der k. k. Universitäts-Sternwarte in Wien, herausgegeben von EDMUND WEISS. XIII. Band. Wien, 1898; 1 vol. in-4°.

Memorias y revista de la Sociedad cientifica Antonio Alzate, publicadas bajo la direccion de RAFAEL AGUILAR Y SANTILLAN. T. XII (1898-99), nᵒˢ 4, 5 y 6. Mexico, 1899; 1 fasc. in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 9 OCTOBRE 1899,

PRÉSIDENCE DE M. VAN TIEGHEM.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le Secrétaire perpétuel annonce à l'Académie que le Tome XLV, 2e série, des Mémoires de l'Académie est en distribution au Secrétariat.

MÉCANIQUE. — *Sur l'équilibre élastique d'une plaque rectangulaire.* Note de M. Maurice Lévy.

« Navier a résolu le problème de l'équilibre élastique d'une plaque rectangulaire appuyée sans encastrement sur tout son pourtour. On peut le résoudre aussi lorsque deux bords opposés sont ainsi appuyés, chacun des autres bords pouvant être ou libre ou appuyé avec ou sans encastrement.

» Rapportons le plan moyen de la plaque, dans son état naturel, à deux

des côtés du rectangle qui lui sert de pourtour, et soient a et b les longueurs des côtés de ce rectangle respectivement suivant les axes des x et des y. Soit p la pression par unité de surface exercée normalement à la plaque en l'un de ses points, en sorte que p est une fonction donnée de x et de y, fonction uniforme pouvant être continue ou discontinue. Soit w le déplacement élastique de ce même point, compté positivement dans le sens où agissent les pressions p. La fonction inconnue w doit satisfaire à l'équation à dérivées partielles du quatrième ordre

$$(1) \qquad \tfrac{16}{15}\,\mathrm{E I}\Delta_2\Delta_2 w = p,$$

en posant $\Delta_2 = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2}$.

» Dans cette équation, qui suppose que les coefficients d'élasticité λ et μ de Lamé sont égaux, E représente le coefficient d'élasticité de la matière constitutive de la plaque et I est le moment d'inertie de la matière rencontrée par une perpendiculaire au plan moyen de la plaque, relativement au centre de gravité de cette ligne. Si la plaque est pleine et d'épaisseur ε, on a : $I = \frac{\varepsilon^3}{12}$. C'est ce que l'on suppose habituellement. Mais on peut aussi supposer, comme cela peut se présenter dans les portes d'écluse, une plaque formée de deux bordages invariablement liés l'un à l'autre et calculer ainsi la valeur de I.

» Sur le pourtour, la fonction w doit satisfaire aux conditions suivantes :

» 1° Le long d'un bord simplement appuyé : $w = 0$ et $\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} = 0$ ou $\frac{\partial^2 w}{\partial y^2}$ suivant que le bord est parallèle à l'axe des y ou à l'axe des x;

» 2° Le long d'un bord encastré : $w = 0$ et $\frac{\partial w}{\partial x} = 0$ ou $\frac{\partial w}{\partial y}$ suivant les mêmes hypothèses;

» 3° Si le bord est libre, d'après la théorie de Kirchhof,

$$(2) \qquad \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + 4\frac{\partial^2 w}{\partial y^2} = 0 \qquad \text{et} \qquad \frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + 4\frac{\partial^2 w}{\partial y^2}\right) = 0,$$

si le bord est parallèle à l'axe des x; s'il est parallèle à l'axe des y, il faut, dans ces équations, permuter les lettres x et y.

» Supposons que les deux bords simplement appuyés soient ceux qui sont parallèles à l'axe des y. On devra, pour $x = 0$ et $x = a$, avoir

$$w = 0 \qquad \text{et} \qquad \frac{d^2 w}{dx^2} = 0.$$

» On satisfait à ces conditions en posant

$$(3)\qquad w = \sum_i \mathrm{Y}_i \sin \frac{\varpi i x}{a},$$

i étant un nombre entier et les Y_i des fonctions de y seulement. En portant cette expression dans l'équation (1), on obtient

$$\frac{16}{15}\mathrm{EI}\sum_i \left(\mathrm{Y}_i^{\mathrm{IV}} - \frac{2\varpi^2 i^2}{a^2}\mathrm{Y}_i'' + \frac{\varpi^4 i^4}{a^4}\mathrm{Y}_i\right)\sin\frac{\varpi i x}{a} = p.$$

» La formule de Fourier donne

$$(4)\qquad \mathrm{Y}_i^{\mathrm{IV}} - \frac{2\varpi^2 i^2}{a^2}\mathrm{Y}_i'' + \frac{\varpi^4 i^4}{a^4}\mathrm{Y}_i = \frac{15}{8\mathrm{EI}a}\int_0^a p \sin\frac{\varpi i x}{a}\,dx = f_i(y),$$

$f_i(y)$ étant ainsi une fonction connue.

» On tire de là

$$(5)\quad \mathrm{Y}_i = \varphi_i(y) + \mathrm{A}_i \operatorname{Sin}\frac{\varpi i y}{a} + \mathrm{B}_i \operatorname{Cos}\frac{\varpi i y}{a} + y\left(\mathrm{C}_i \operatorname{Sin}\frac{\varpi i y}{a} + \mathrm{D}_i \operatorname{Cos}\frac{\varpi i y}{a}\right),$$

où Sin et Cos désignent des sinus et cosinus hyperboliques; A_i, B_i, C_i, D_i les quatre constantes d'intégration et $\varphi_i(y)$ une solution particulière quelconque de l'équation différentielle (4). Dans les applications usuelles où p est une constante ou une fonction linéaire de y, on a cette solution immédiatement; elle est elle-même une constante ou une fonction linéaire. Dans le cas général, on l'obtiendra par la méthode de la variation des constantes.

» Il reste à satisfaire aux conditions relatives aux deux bords parallèles à l'axe des x. Si l'un d'eux est simplement appuyé, on devra avoir, ou pour $y = 0$ ou pour $y = b$, suivant le bord considéré,

$$\mathrm{Y}_i = 0, \qquad \mathrm{Y}_i'' = 0.$$

» Si l'un d'eux est encastré, la seconde condition est remplacée par $\mathrm{Y}_i' = 0$. S'il est libre, les deux conditions sont

$$4\,\mathrm{Y}_i'' - \frac{\varpi^2 i^2}{a^2}\mathrm{Y}_i = 0 \qquad \text{et} \qquad 4\,\mathrm{Y}_i''' - \frac{\varpi^2 i^2}{a^2}\mathrm{Y}_i' = 0.$$

» Dans tous les cas, les quatre conditions à remplir sur les deux bords détermineront les quatre séries de constantes A_i, B_i, C_i, D_i.

» En supposant une porte d'écluse dont trois bords sont appuyés et le

quatrième libre, l'axe des x étant supposé pris suivant l'arête inférieure, la pression p sera

$$p = \Pi(b - y),$$

Π étant le poids spécifique de l'eau. On aura, en posant pour abréger $\alpha = \frac{\varpi i}{a}$: $f_i(y) = 0$ et $\varphi_i(y) = 0$ pour i pair

$$\left.\begin{aligned} f_i(y) &= \frac{15\Pi}{4\mathrm{EI}a\alpha}(b-y) \\ \varphi_i(y) &= \frac{15\Pi}{4\mathrm{EI}a\alpha^5}(b-y) \end{aligned}\right\} \text{pour } i \text{ impair.}$$

» Pour $y = 0$, on doit avoir $Y_i = 0$, $Y_i'' = 0$, ce qui donne

$$B_i = \frac{15\Pi b}{4\mathrm{EI}a\alpha^5}, \qquad C_i = -\frac{15\Pi b}{8\mathrm{EI}a\alpha^4}.$$

» Comme on n'a à prendre que les valeurs $i = 1, 3, 5, 7, \ldots$, on voit que ces coefficients, qui contiennent i^5 et i^4 en dénominateurs, diminueront très rapidement et qu'en général il suffira de conserver le premier terme ou, pour des portes très larges, tout au plus les deux premiers termes de la série.

» Sur le bord supérieur, soit pour $y = b$, on devra avoir

$$4Y_i'' - \alpha^2 Y_i = 0, \qquad 4Y_i''' - \alpha^2 Y_i' = 0,$$

ce qui donne, pour déterminer les deux séries de coefficients A_i et D_i, les deux équations

$$3\alpha \operatorname{Sin}\alpha b\, A_i + (3\alpha b \operatorname{Cos}\alpha b - 2\operatorname{Sin}\alpha b) D_i = \frac{15\Pi b}{4\mathrm{EI}a\alpha^4}\left(\operatorname{Cos}\alpha b + \frac{3}{2}\alpha b \operatorname{Sin}\alpha b\right),$$

$$3\alpha \operatorname{Cos}\alpha b\, A_i + (5\operatorname{Cos}\alpha b + 3\alpha b \sin\alpha b) D_i = \frac{15\Pi b}{4\mathrm{EI}a\alpha^4}\left(\frac{5}{2}\operatorname{Sin}\alpha b + \frac{3}{2}\alpha b \operatorname{Cos}\alpha b\right),$$

qu'il suffit de résoudre pour achever la solution du problème. On voit que A_i et B_i contiennent α^5 en dénominateurs et diminueront aussi très rapidement comme C_i et D_i, pour $i = 1, 3, 5\ldots$, de sorte que le plus souvent un ou deux termes de la série donnent une approximation suffisante.

» *Observations*. — Dans le cas où la plaque est simplement appuyée sur ses quatre bords, on peut mettre l'expression de w indifféremment sous la forme ci-dessus indiquée ou sous la forme

$$w = \sum_i X_i \sin\varpi i \frac{y}{b},$$

X_i étant des fonctions de x. Navier a pris une forme symétrique en adoptant la série double

$$w = \sum_i \sum_j A_{ij} \sin \frac{\varpi i x}{a} \sin \frac{\varpi j y}{b},$$

où i et j sont des entiers et A_{ij} des constantes que l'on détermine par la formule de Fourier à l'aide de l'équation (1). »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Quelques remarques sur les intégrales doubles de seconde espèce dans la théorie des surfaces algébriques.* Note de **M. Émile Picard.**

« Dans la recherche précise du nombre des intégrales doubles distinctes de seconde espèce relatives à une surface algébrique se présentent quelques complications qui tiennent au fait suivant. Considérons une fonction algébrique z des deux variables indépendantes x et y définie par l'équation

$$f(x, y, z) = 0,$$

et soit $R(x, y, z)$ une fonction rationnelle de x, y, z susceptible de se mettre sous la forme

$$R(x, y, z) = \frac{\partial A}{\partial x} + \frac{\partial B}{\partial y},$$

où A et B sont des fonctions rationnelles de x, y et z (en faisant les différentiations indiquées, z est regardée comme fonction de x et y). Cette représentation de R peut évidemment, quand elle est possible, être faite d'une infinité de manières. Or il peut arriver que, pour toutes ces représentations, A et B deviennent infinies pour des systèmes de valeurs de x, y et z laissant R fini; ce fait a été, dans mes dernières recherches sur la *Théorie des surfaces*, l'origine de difficultés que je crois avoir réussi à surmonter et sur lesquelles je reviendrai bientôt. Je veux seulement aujourd'hui donner un exemple explicite, qui appelle de plus l'attention sur une circonstance intéressante.

» Partons à cet effet, en désignant par $P(x)$ un polynome arbitraire en x, de l'identité fondamentale dans la théorie des intégrales hyperelliptiques d'après Weierstrass,

$$\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{\sqrt{P(x)}}{(y-x)\sqrt{P(y)}}\right) - \frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{\sqrt{P(y)}}{(x-y)\sqrt{P(x)}}\right) = \frac{U(x, y)}{\sqrt{P(x)}\sqrt{P(y)}},$$

où U représente un polynome en x et y. Envisageons alors la surface

$$z^2 = P(x)P(y), \tag{1}$$

on aura évidemment

$$\frac{U(x,y)}{z} = \frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{P(x)}{(y-x)z}\right) - \frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{P(y)}{(x-y)z}\right),$$

et l'on a ainsi un exemple de la circonstance indiquée.

» Cet exemple va nous montrer encore un fait intéressant. On pourrait être tenté, au premier abord, de penser que toutes les périodes *cycliques* d'une intégrale double de la forme

$$\int\int\left(\frac{\partial A}{\partial x} + \frac{\partial B}{\partial y}\right) dx\, dy$$

sont nulles. Il n'en est rien, comme le montre l'intégrale double

$$\int\int \frac{U(x,y)}{z} dx\, dy. \tag{2}$$

» Soient, en effet, $a_1, a_2, \ldots, a_n$ les racines du polynome $P(x)$. Nous considérons, pour la surface (1), le cycle à deux dimensions formé par un contour du plan des x, comprenant à son intérieur deux des points a, et par un contour analogue dans le plan des y. La période correspondante sera nulle, si ces deux contours peuvent être tracés de telle sorte que l'on n'ait, pour aucun de leurs points, $x = y$. Mais il y a des contours pour lesquels il ne peut en être ainsi; il suffira de prendre dans le plan des x un contour enveloppant a_1 et a_2, et dans le plan des y un contour enveloppant a_2 et a_3. La période correspondante est alors égale à $4\pi i$. Toutes les périodes cycliques de l'intégrale (2) ne sont donc pas nulles. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la désignation de deux de ses Membres qui devront être présentés à M. le Ministre de la Guerre pour faire partie du Conseil de perfectionnement de l'École Polytechnique.

MM. Cornu et Sarrau réunissent la majorité des suffrages.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Eug. Ackermann** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire « Sur le dessèchement futur de l'île de Marajo (Brésil) ».

(Commissaires : MM. Schlœsing, Grandidier, Dehérain.)

M. **G. Gibon** adresse diverses Notes relatives à ses trois types de ballons dirigeables.

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, le deuxième Volume de l'Ouvrage publié en langue russe par M. *Groum-Grjimailo :* « Description d'un voyage dans la Chine occidentale ».

ASTRONOMIE. — *Sur une modification de la méthode de Bessel pour le calcul des occultations.* Note de M. **L. Cruls**, présentée par M. Lœwy.

« La méthode de Bessel, adoptée dans la *Connaissance des Temps* et dans le *Nautical Almanac,* pour le calcul des occultations, est susceptible d'une modification qui nous semble devoir présenter certains avantages, du moment qu'on connaît avec une précision suffisante l'heure de la conjonction apparente des deux astres.

» En conservant les mêmes notations que dans la *Connaissance des Temps,* nous avons obtenu l'équation suivante :

$$(1)\qquad \theta = \frac{15 r \cos\varphi'}{p'} \frac{\sin h}{\sin(h+\omega)} \sin(h+\theta),$$

laquelle donne l'intervalle de temps moyen θ (exprimé en arc), qu s'écoule entre les conjonctions vraie et apparente, en fonction de l'angle

horaire *local* h de la Lune, de sa parallaxe en ascension droite ω, du rayon terrestre r, de la latitude géocentrique φ' et de $p' = \frac{\Delta\alpha \cos\delta}{\pi}$.

» Cette équation, au terme près $\frac{\sin h}{\sin(h+\omega)}$, est, au fond, identique à celle qu'a obtenue M. Stechert (*Tafeln für die Vorausberechnung der Sternbedeckungen*). Nous l'avons toutefois déduite en suivant une marche entièrement distincte de celle qui se trouve exposée dans cette publication, dont nous n'avons eu connaissance que tout récemment. La modification que nous proposons dans la présente Note fera d'ailleurs l'objet d'une publication actuellement sous presse.

» Le terme $\frac{\sin h}{\sin(h+\omega)}$, négligeable, à la rigueur, lorsqu'il ne s'agit que d'une simple prédiction, peut, sans erreur sensible sur le résultat, se mettre sous la forme

$$\frac{\sin h}{\sin(h+\omega)} = 1 - \frac{\sin\pi \cos h \cos\varphi'}{\cos\delta}.$$

» Dans le cas particulier de la Lune, et en adoptant pour π et δ leurs valeurs moyennes, on pourra écrire plus simplement

$$\frac{\sin h}{\sin(h+\omega)} = 1 - 0,018 \cos h \cos\varphi'.$$

» En posant, pour simplifier,

$$k = \frac{15 r \cos\varphi'}{p'}$$

et

$$x = 0,018 \cos h \cos\varphi',$$

l'équation (1) deviendra

$$(2) \qquad \theta = k(1-x)\sin(h+\theta).$$

» Trois tables à double entrée permettront de résoudre aisément cette équation; la première, ayant pour arguments p' et φ', fournira les valeurs de k; la deuxième, avec h et φ' pour arguments, donnera le terme x ou $(1+x)$; la troisième, dont les arguments seront k ou $k(1+x)$ et h, donnera les valeurs de θ; θ étant connu,

$$T'_0 = T_0 + \frac{\theta}{15}$$

sera l'heure de la conjonction apparente T'_0.

» En tenant compte de la variation horaire μ' de l'angle horaire de la Lune, on obtiendra l'angle horaire, à l'heure T'_0, par la formule

$$h'_0 = h_0 + \frac{\theta}{15}\mu'.$$

» Ceci posé, on procède, comme dans la méthode de Bessel, au calcul des termes v, u', v'. Quant à $q - v$, on l'obtiendra par la relation

$$(3) \qquad q - v = q_0 + q'\frac{\theta}{15} - v.$$

» La valeur de l'angle N sera fournie par la formule

$$(4) \qquad \tang N = \frac{p' - u'}{q' - v'}.$$

» Remarquons ici que, si

$$q - v > k \qquad (k = 0,2725),$$

l'occultation, quoique possible, devient cependant incertaine; pour qu'elle soit impossible, on devra avoir

$$(q - v)\sin N > k.$$

» Au lieu de l'angle ψ, qui figure dans la *Connaissance des Temps*, il vaut mieux ici faire usage de l'angle compris entre l'orbite apparente de la Lune et les rayons menés de l'étoile, considérée comme centre, et aboutissant aux points d'immersion et d'émersion, angle que nous désignerons par i. Sa valeur sera donnée par la formule

$$(5) \qquad \sin i = \frac{q - v}{k}\sin N.$$

» On calculera ensuite les angles de position :

$$P_i = N + i,$$
$$P_e = 180^\circ + N - i.$$

Les valeurs de τ_i et τ_e, en fraction d'heure, qu'il faudra retrancher de T'_0, pour avoir les heures d'immersion et d'émersion, seront données par

$$\tau_i = \frac{k}{p' - u'}\sin P_i,$$
$$\tau_e = \frac{k}{p' - u'}\sin P_e,$$

et finalement

$$\varpi_i = T'_0 - \tau_i,$$
$$\varpi_e = T'_0 - \tau_e$$

seront les heures d'immersion et d'émersion.

» En ce qui regarde les signes, comme dans la pratique $p' - u'$ est toujours positif, on considérera la valeur de l'angle N, donnée par la formule (4), comme étant comprise entre 0° et +180°, comptée autour de l'étoile, comme centre, à partir de N, et dans le sens NES. Le signe de i, dans la formule (5), dépendra de celui de $q - v$ fourni par (3), et suivant que celui-ci sera positif ou négatif, cela indiquera que le centre de la Lune, dans son mouvement apparent, coupe le cercle de déclinaison de l'étoile, au nord ou au sud, et à une distance égale à $q - v$ de celle-ci. La valeur de l'angle i sera d'ailleurs toujours plus petite que 90°, sauf dans le cas d'un appulse, où l'on devra trouver $\sin i > 1$.

» Afin de nous rendre compte du degré de précision que l'on obtient à l'aide des formules ci-dessus, nous avons pris, au hasard, dix occultations observées à Greenwich, en 1895, et avons comparé les heures calculées avec les heures observées. Dans le Tableau ci-dessous, on trouvera les différences observation–calcul exprimées en secondes de temps :

	1895.	Observation — calcul. Immersion.	Émersion.	
49 Aurigæ.......	6 fév.	$+ 2^s$	»	Ém. non observée.
τ Leonis.........	10 mars	−11	$+ 2^s$	
τ Leonis.........	4 mai	− 6	»	»
π Scorpii........	9 mai	+ 4	»	»
γ' Sagittarii......	11 mai	− 4	»	»
Regulus.........	26 juin	− 4	−24	
42 Aquarii.......	6 août	− 5	− 6	
81 Aquarii.......	7 août	−16	−10	
δ Capricorni.....	29 sept.	−16	−20	
19 Tauri.........	3 nov.	+ 4	+11	

» La moyenne des différences n'est environ que de neuf secondes.

» L'avantage qui semble résulter de l'introduction de l'heure de la conjonction apparente, dans le calcul des occultations, est non seulement de fournir par un seul calcul la précision que l'on n'obtient généralement qu'à l'aide d'une deuxième approximation, mais, en outre, de se prêter aisément à une construction graphique et à une interprétation géométrique

plus simple des différents éléments dont dépendent les conditions du phénomène. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Giacobini* (1899, *e*) *faites à l'observatoire de Besançon, avec l'équatorial coudé,* par M. **P. Chofardet.** Note communiquée par M. L.-J. Gruey et présentée par M. Lœwy.

Dates. 1899.	Étoiles de Comparaison.	Grandeur.	Astre. — Étoile. Ascension droite.	Distance polaire.	Nombre de comparaisons.
			m s	′ ″	
Octobre 3........	*a*	8	−2.10,31	− 1.25,2	9:6
4........	*b*	8,7	+0.53,35	+15.22,4	12:9

Positions moyennes des étoiles de comparaison.

Étoiles de compar.	Ascension droite moyenne 1899,0.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne 1899,0.	Réduction au jour.	Autorités.
	h m s	s	° ′ ″	″	
a	16.36. 2,80	+2,76	94. 1.12,6	+ 0,6	12900 Munich₁.
b	16.34.23,95	+2,73	93.25.13,4	+ 0,6	5893 Schjellerup.

Positions apparentes de la comète Giacobini (1899, *e*).

Dates. 1899.	Temps moyen de Besançon.	Ascension droite moyenne.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire moyenne.	Log. fact. parallaxe.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Octobre 3...	8. 7.11	16.33.55,25	$\bar{1}$,564	93.59.48,0	$0,821_n$
4...	8. 0.42	16.35.20,03	$\bar{1}$,560	93.40.36,4	$0,820_n$

La comète a l'aspect d'une nébulosité ronde, de 1′ de diamètre, ayant, au centre, une légère condensation de 13ᵉ grandeur.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions fondamentales et sur le développement d'une fonction holomorphe à l'intérieur d'un contour en série de fonctions fondamentales.* Note de M. **Renaux**, présentée par M. Picard.

« *Une fonction harmonique, à l'intérieur d'un contour, sera fondamentale pour l'intérieur de ce contour si l'intégrale*

$$W = -\frac{1}{\pi}\int_{S_1}\frac{d\log r}{dn}V\,d\sigma = V\left(1-\frac{1}{\theta}\right)$$

reproduit la fonction harmonique V *multipliée par un facteur constant* $1-\frac{1}{\theta}$ (r étant la distance d'un point du contour à un point intérieur). Mais l'intégrale précédente définira pour les points à l'extérieur du contour une fonction W_e telle que $-\frac{1}{\pi}\int_{S_1}\frac{d\log R}{dn}W_e\,d\sigma$ reproduise la fonction W_e multipliée par un facteur constant $-\left(1+\frac{1}{\theta}\right)\cdot$ La fonction W_e sera fondamentale pour l'extérieur du contour. Supposons le contour S_1 faisant partie d'une série de *courbes de niveau* [1] et auquel correspondront le rayon R_1 d'un cercle $(R_1>R_0)$ et un développement de la forme

$$V=\sum_{p=1}^{p=\infty}\frac{1}{R_1^p}[A_pG_p(\xi,\eta)+B_pH_p(\xi,\eta)]. \tag{1}$$

» Si l'on exprime que le développement (1) représente une fonction fondamentale pour l'intérieur du contour, les coefficients A_1, B_1, ..., A_p, B_p, ... devront être solutions d'équations linéaires en nombre infini. Le déterminant de ces coefficients est sous forme normale [les éléments de ce déterminant dépendent des coefficients des développements des fonctions $R_p(u)$ définies dans la Note antérieure citée]. Ce déterminant est absolument convergent pour toutes les valeurs réelles ou imaginaires de θ, ainsi que les valeurs de $R_1>R_0$. Il détermine une fonction entière de θ, qui est *paire* et admet une *infinité de racines toutes réelles, croissantes en valeur absolue avec* R_1. En se plaçant dans le cas des racines simples pour plus de simplicité, à deux racines θ et $-\theta$ on peut faire correspondre deux développements de la forme (1)

$$V=\frac{1}{\sqrt{\Delta}}\sum_{p=1}^{p=\infty}\left[\frac{A_pG_p(\xi,\eta)+B_pH_p(\xi,\eta)}{R_1^p}\right],$$

$$W=\frac{1}{\sqrt{\Delta}}\sum_{p=1}^{p=\infty}\left[\frac{A_pH_p(\xi,\eta)-B_pG_p(\xi,\eta)}{R_1^p}\right],$$

$$\Delta=\sum_{p=1}^{p=\infty}p(A_p^2+B_p^2),$$

---

[1] Voir une Note antérieure *Sur un développement d'une fonction holomorphe à l'intérieur d'un contour donné en série de polynomes* (septembre 1899). Lire dans cette Note : « Soit R_0 le module de u pour laquelle $Z=\varphi(U)$ cesse d'être convergent, *ou pour laquelle* $\frac{dZ}{dU}=0$ » (cette dernière partie avait été omise).

représentant des fonctions fondamentales intérieures et telles que $(V + iW)$ représente une fonction analytique de la variable complexe $x = \xi + i\eta$ pour l'intérieur du contour. Enfin à ces deux développements correspondront deux fonctions fondamentales extérieures V_e et W_e.

$$V_e = \frac{1}{\sqrt{\Delta}} \sum_{p=1}^{p=\infty} \left(\frac{R_1}{R}\right)^p (A_p \cos p\Omega + B_p \sin p\Omega),$$
$$W_e = \frac{1}{\sqrt{\Delta}} \sum_{p=1}^{p=\infty} \left(\frac{R_1}{R}\right)^p (A_p \sin p\Omega - B_p \cos p\Omega),$$

telles que $V_e - iW_e$ soit fonction analytique d'une variable complexe $Z = X + iY$ à l'extérieur du contour S_1.

» On peut alors énoncer les théorèmes suivants :

» Théorème I. — *Les fonctions*

$$\operatorname{Log}(Z - x) \quad et \quad \operatorname{Log} r, \qquad r^2 = (X - \xi)^2 + (Y - \eta)^2$$

peuvent se représenter par les séries suivantes absolument et uniformément convergentes pour x compris à l'intérieur du contour S_1, Z étant extérieur ou sur le contour

$$(2) \qquad \begin{cases} \operatorname{Log}(Z - x) = \operatorname{Log} U - \sum_{p=1}^{p=\infty} (V_p + iW_p)(V_{e,p} - iW_{e,p}), \\ \operatorname{Log} r = \operatorname{Log} R - \sum_{p=1}^{p=\infty} (V_p V_{e,p} + W_p W_{e,p}). \end{cases}$$

» Théorème II. — *Toute fonction holomorphe à l'intérieur de S_1 est développable en série procédant suivant les fonctions $V_p + iW_p$ ($V_0 = 1$, $W_0 = 0$), et toute fonction holomorphe à l'extérieur du contour S_1 est développable en série procédant suivant les fonctions $V_{e,p} - iW_{e,p}$.*

» *Les coefficients se déterminent par des intégrales analogues à celles qui définissent les cofficients de la série de Taylor.*

» *Des propriétés analogues existent soit pour les fonctions harmoniques à l'intérieur, soit pour les fonctions harmoniques à l'extérieur du contour S_1. Les coefficients se déterminent par des intégrales analogues à celles qui définissent les coefficients de la série de Fourier.*

» Théorème III. — *Si l'on considère la figure inverse du contour S_1, le pôle d'inversion étant quelconque à l'intérieur de S_1, on obtient un nouveau contour S_2 auquel correspondent les mêmes racines θ que pour S_1.*

» *La connaissance des fonctions fondamentales de* S_1 *entraîne celle des fonctions fondamentales de* S_2.

» Ces résultats s'étendent encore au cas où les racines θ ne sont pas simples. Dans le cas où R_1 coïncide avec R_0, le déterminant n'est plus absolument convergent et il y a lieu de voir si les fonctions fondamentales existent encore et dans quelles circonstances les développements précédents subsistent. Enfin, les fonctions fondamentales sont définies lorsque l'on connaît la représentation conforme de l'aire extérieure à S_1 sur l'aire extérieure au cercle de rayon R_1. La fonction $Z = \varphi(U)$ étant inconnue lorsque l'on se donne le contour, il y a lieu de déterminer les racines θ et les fonctions fondamentales par rapport aux éléments du contour donné seul connu.

» Je me réserve de traiter ces points dans un Mémoire étendu qui paraîtra ultérieurement. »

CHIMIE. — *Sur la stéréochimie de l'azote.* Note de M. **J.-A. Le Bel**, présentée par M. Armand Gautier.

« J'ai annoncé à l'Académie, en 1891, que j'étais parvenu, le premier, à créer le pouvoir rotatoire autour de l'azote dans un dérivé du chlorure d'ammonium renfermant quatre radicaux différents et d'ailleurs inactifs par eux-mêmes (isobutyle, propyle, éthyle et méthyle). Depuis. M. Van t' Hoff (*Zeitschr. f. d. Phys. und Chem.* Unterricht XI) a affirmé que ce pouvoir rotatoire ne se conserve pas et qu'on n'a pu reproduire ces faits. Ces assertions n'étant pas appuyées d'expériences personnelles, je n'avais pas répondu; mais récemment M. Markwald (*Berichte*, p. 360; 1899) ayant publié qu'il avait essayé en vain d'obtenir par les moisissures le corps actif que j'avais décrit, je crois devoir donner quelques explications qui dissiperont ces doutes.

» J'observerai d'abord que le dernier auteur aurait dû, pour contrôler mes expériences, introduire les radicaux dans le même ordre que moi; or il prend en dernier lieu le propyle, alors que je termine par le méthyle. Dans des recherches aussi délicates, on ne saurait intervertir l'ordre des substitutions sans s'exposer à créer des isoméries. Nos expériences ne sont donc pas comparables.

» J'avais repris ces recherches depuis plusieurs années, avant la publication de M. Markwald, et je puis répondre dès à présent que j'ai de nouveau reproduit quatre fois le corps actif lévogyre en question, ce qui fait

présentement six expériences probantes. J'ai encore une fois constaté que l'acide chlorydrique racémise à froid le corps lévogyre qui constitue le premier isomère chimique α, et j'ai aussi remarqué qu'il reste, dans la liqueur, un isomère β dextrogyre.

» Je puis donc maintenir intégralement tous les faits annoncés en 1891; mais, à cette époque, j'ignorais que l'isomère β était toxique et qu'il pouvait quelquefois prédominer dans les préparations; c'est là ce qui a probablement empêché M. Markwald de réussir. J'ai finalement réalisé la culture sur l'isomère toxique β à l'état d'acétate, mais six mois ont été, dans ce cas, nécessaires. Sur le chlorure, la culture est impossible. Enfin le chlorure de même que l'acétate préparés en 1891 sont restés actifs.

» Je suis à même d'annoncer encore aujourd'hui que j'ai obtenu le pouvoir rotatoire avec un nouveau dérivé ammonique renfermant quatorze atomes de carbone et différant du premier en ce que le méthyle est remplacé par le radical de l'alcool amylique inactif de Pasteur. Le corps ainsi préparé est lévogyre.

» Je donnerai maintenant les détails indispensables à la réussite de ces préparations et expériences de culture très délicates.

» *Préparation de la base à cultiver.* — 1° *Isobutylepropyleéthylamine.* — Je pars de l'isobutylamine commerciale, provenant de l'alcool de fermentation, que je fais réagir sur un demi-équivalent d'iodure de propyle. Les bases volatiles, séchées sur la potasse fondue, sont fractionnées et l'on isole facilement l'isobutylpropylamine bouillant à 125°. Cette base, traitée de même par l'iodure d'éthyle, fournit la triamine cherchée; elle bout à 146° et doit être rigoureusement fractionnée. J'ai vérifié par le nitrite de soude que mon produit était convenablement pur, mais je ne puis conseiller ce nitrite comme procédé de purification, car il fournit des traces de corps oxygénés qui gênent la culture. Pour le même motif, on doit s'interdire l'usage des sels de mercure et d'argent, sauf le chlorure d'argent, et, en général, toute manipulation pouvant donner lieu à des traces de corps oxydés.

» 2° *Introduction du méthyle.* — Je conseille de faire réagir un fort excès d'iodure de méthyle sur la triamine ci-dessus; la réaction est violente; néanmoins il ne faut pas refroidir, car le rendement en isomère β augmenterait. On fait le mélange par fractions de 25^{gr} de triamine dans une cornue; on recueille les produits projetés et on les ramasse avec l'iodure de méthyle. On termine par une chauffe à 120°; on sépare par l'eau un excès d'iodure qui paraît combiné, et l'on traite alors par le chlorure de plomb, que l'on produit avec de la litharge et de l'acide chlorhydrique. Ce dernier traitement avait pour but de remplacer l'iode par le chlore, mais j'ai constaté ultérieurement qu'il était encore d'une autre efficacité, en ce que l'isomère toxique β s'élimine alors en grande partie à l'état de sel double plombique moins soluble : deux traitements suffisent en général. On fait ensuite agir rapidement un peu de chlorure d'argent, pour enlever le restant de l'iode; on enlève les métaux par l'hydrogène

sulfuré et l'on évapore plusieurs fois après addition d'eau pour chasser l'excès d'acide chlorhydrique autant que possible.

Détails pour les cultures. — On emploie 2 pour 100 de sirop concentré au bain-marie, en ajoutant un peu d'extrait Liebig et les sels habituels, puis on fait un ensemencement massif avec du penicillium. Il vaut mieux cultiver en vase ouvert, car il est nécessaire, dès que la moisissure s'est développée, d'examiner le liquide au polarimètre et au tournesol pour maintenir le milieu acide. Il m'est arrivé quelquefois que la moisissure primitive périsse et que l'air ait ramené des germes qui ont conduit l'expérience à bien. J'ai toujours observé un pouvoir rotatoire lorsque la moisissure était épaisse et bien verte; lorsqu'elle est trop mince ou blanche, on n'observe rien et il faut faire un nouveau traitement au $PbCl^2$. Si l'on produit un précipité par l'acétate ou le sous-acétate de plomb on obtient, après l'emploi de H^2S, une liqueur avec excès d'acide acétique, sur laquelle la culture est infiniment plus facile (il faut maintenir cet excès d'acide, sous peine de voir le pouvoir rotatoire disparaître). C'est ainsi que j'ai réussi mes cultures sur la base à 14 atomes de carbone et sur l'isomère β; encore a-t-il fallu diluer au double et cultiver pendant un temps très long. Je dois signaler encore que l'observateur qui n'a pas suivi l'expérience exactement au polarimètre tombera presque fatalement sur le moment où le pouvoir des deux isomères se compense à peu près : époque à laquelle la moisissure a une tendance à rester stationnaire; néanmoins, on peut mettre en évidence l'existence du corps dextrogyre, soit en traitant par HCl dans le vide, soit en continuant la culture dans le liquide dilué.

» *Conclusions.* — Il n'y a aucun doute que l'isomérie optique ainsi que l'isomérie chimique existent dans les dérivés du chlorure d'ammonium renfermant autour de l'atome d'azote quatre radicaux différents et contenant dix atomes de carbone au moins.

» Il est également établi que ces deux sortes d'isoméries sont peu stables dans les dérivés moins riches en carbone. Ceci confirme les vues que j'ai déjà exposées (*Bull. Soc. chim.*, 1890), à savoir, que les radicaux permutent entre eux quand leur volume n'est plus suffisant pour qu'ils se calent réciproquement. Dans ce cas, les corps à petits radicaux se racémisent déjà à la température à laquelle on fait ordinairement ces cultures.

» S'il est bien établi par nos expériences et celles de Wedekind que les corps ayant au moins dix atomes de carbone ont une forme géométrique stable, nous ignorons si cette forme est une pyramide à base carrée ou un double tétraèdre; la première hypothèse conduirait à trois isomères chimiques, la seconde à quatre; or nous n'en connaissons encore que deux. Toute discussion sur ce sujet serait donc encore prématurée. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la liquéfaction réversible des albuminoïdes.* Note de M. TSVETT, présentée par M. Armand Gautier.

« On sait que les albuminoïdes, insolubles pour la plupart dans l'eau pure, s'y dissolvent ordinairement à la faveur des acides, des alcalis et des sels. Ces substances favorisent le gonflement des albuminoïdes et celui-ci peut être envisagé, inversement, comme déterminé par la dissolution de l'eau dans la matière protéique.

» Nous avons trouvé que diverses substances organiques telles que les dioxybenzols (résorcine, pyrocatéchine), le phénol, l'hydrate de chloral, etc. sont susceptibles d'exalter le gonflement et la dissolution dans l'eau de beaucoup de principes albuminoïdes. Dans certaines conditions de concentration, *la matière albuminoïde passe après gonflement à l'état d'un véritable liquide.*

» C'est ainsi que la glutine ou gélatine, presque insoluble dans l'eau à la température ordinaire, mais susceptible de s'y gonfler fortement, se dissout dans la résorcine aqueuse (80 pour 100) dans la proportion de 3 à 4 parties pour 100. Si dans le liquide ainsi saturé on ajoute un surplus de gélatine, celle-ci gonfle et se transforme en une masse homogène parfaitement fluide. On obtient ainsi dans le récipient deux couches liquides nettement délimitées : la couche supérieure est une solution de gélatine dans la résorcine aqueuse; l'inférieure, une dissolution de résorcine aqueuse dans la gélatine. Les coefficients de solubilité réciproques K et K' varient avec la concentration de la résorcine et avec la température.

» Dans certaines conditions, on a $K = \frac{1}{K'}$. C'est l'*état critique.*

» La dissolution et la liquéfaction dans la résorcine aqueuse ne sont pas liées à une modification chimique. L'albuminoïde peut être récupéré à l'état intact au moyen de la dialyse ou en le précipitant par l'eau. *Le phénomène est donc réversible* ([1]).

» La caséine, l'hémoglobine, les peptones, les albuminoïdes protoplasmiques (plastine, chloroplastine) sont également susceptibles de liquéfaction par le liquide résorcinique. Ont fourni les résultats négatifs : la

---

([1]) Par contre, les cas de liquéfaction étudiés par MM. Dastre et Floresco (*Comptes rendus*, t. CXXI, p. 615; 1895) sont déterminés par une modification chimique; ils sont irréversibles.

myosine, l'ovalbumine, la légumine. Nous donnons ailleurs le détail de nos expériences et la théorie de la liquéfaction. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le dosage volumétrique des quinones dérivées du benzène*. Note de M. **Amand Valeur**.

« La méthode de dosage que je propose est fondée sur la réduction des quinones par l'acide iodhydrique. Je remplace cet acide étendu par un mélange équivalent d'acide chlorhydrique et d'iodure de potassium. Les essais que j'ai effectués ont montré que l'action de ce mélange sur les quinones est instantanée et s'effectue d'après l'équation suivante :

$$C^6H^4O^2 + 2HCl + 2KI = C^6H^6O^2 + 2KCl + I^2.$$

L'iode mis en liberté reste dissous dans l'iodure de potassium non décomposé; il peut être titré, avec beaucoup d'exactitude, au moyen de l'hyposulfite de sodium.

» Dans les essais qui suivent, on a opéré de la manière suivante. On prélève de la quinone pure et sèche, une quantité telle qu'elle détermine la mise en liberté de $0^{gr},20$ à $0^{gr},50$ d'iode, correspondant à un nombre de divisions de la burette contenant l'hyposulfite, compris entre 200 et 400. On dissout cette quinone dans un peu d'alcool à 95°. D'autre part, on mélange rapidement 20^{cc} d'une solution d'iodure de potassium au $\frac{1}{10}$ avec 20^{cc} d'acide chlorhydrique concentré, préalablement additionné d'un égal volume d'alcool à 95° et refroidi; ce mélange étant fait, on le verse dans la solution alcoolique de quinone, et l'on titre l'iode mis en liberté en laissant tomber l'hyposulfite (solution correspondant à $12^{gr},7$ d'iode par litre).

» Il importe d'opérer préalablement le mélange d'iodure et d'acide chlorhydrique, et non d'ajouter successivement chacun de ces produits à la quinone; car, l'acide, d'une part, réagirait immédiatement sur la quinone, et, d'autre part, l'iodure, qui est souvent légèrement alcalin, pourrait déterminer une oxydation partielle de ce composé, ou même exercer une réaction propre. Enfin, il y a intérêt à effectuer ce mélange au moment du besoin, de manière à n'avoir pas à tenir compte de l'iode mis en liberté par la décomposition spontanée de l'acide iodhydrique.

» Cette méthode paraît applicable à la plupart des quinones vraies. Voici les résultats obtenus avec quelques-unes d'entre elles :

Quinone ordinaire : $C^6H^4O^2$.

	I.	II.	III.
Poids de substance...........	0,2510	0,2511	0,2008
Iode mis en liberté...........	0,5888	0,5888	0,4743
I pour 100 (théorie 235,2)....	234,5	234,4	236,2

3,5 *Dichloroquinone :* $C^6H^2Cl^2O^2$.

	I.	II.
Poids de substance	0,2092	0,2020
Iode mis en liberté	0,2994	0,2905
I pour 100 (théorie 143,5)	143,1	143,8

Toluquinone : $C^6H^3(CH^3)O^2$.

	I.	II.
Substance	0,2057	0,2707
Iode libre	0,4290	0,5629
I pour 100 (théorie 208,2)	208,5	207,9

Thymoquinone : $C^6H^2(CH^3)(C^3H^7)O^2$.

	I.	II.
Substance	0,2130	0,1663
Iode libre	0,3311	0,2574
I pour 100 (théorie 154,8)	155,4	154,7

» Ce procédé de dosage est commode et d'un maniement rapide. Il permet d'opérer sur des quantités très faibles de matière; c'est ainsi qu'on a pu effectuer des déterminations exactes sur des poids de quinone ordinaire ne dépassant pas 1^{cgr}.

» Cette méthode paraît susceptible de plusieurs applications; elle permettra notamment de déterminer la solubilité des quinones dans divers solvants et principalement dans l'eau et l'alcool, données qu'il est très délicat d'établir par d'autres voies, à cause de la volatilité des quinones et de la difficulté qu'il y a de les sécher sans en perdre une certaine quantité. De plus, elle pourra être utilisée chaque fois qu'il s'agira d'étudier la marche de l'oxydation de l'hydroquinone par un ferment oxydant. Enfin, elle se prête également au titrage des quinones quand celles-ci sont engagées dans des combinaisons peu stables, telles que les phénoquinones et les quinhydrones. Appliquée à la quinhydrone ordinaire, elle a fourni les résultats suivants :

Trouvé : I pour 100	116,6	116,3	116,1
Calculé pour $C^6H^4O^2, C^6H^6O^2$: I pour 100	116,5	»	»

» Ce composé résulte donc bien de l'union à molécules égales de quinone et d'hydroquinone, contrairement aux vues de Wichelhaus. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur la structure du noyau dans les myélocytes des Gastéropodes et des Annélides.* Note de M. **Joannes Chatin**, présentée par M. Filhol.

« Dans une série de recherches, publiées de 1888 à 1890, j'ai montré que l'élément nerveux, décrit sous le nom de *myélocyte*, ne constituait pas une espèce histique particulière. Loin de se résumer en un noyau libre, ainsi qu'on l'avait admis jusque-là, le myélocyte se présentait, chez les animaux les plus différents, comme une véritable cellule nerveuse. Cette cellule était caractérisée par un noyau volumineux, mais autour du noyau se trouvait une zone de plasma somatique.

» La présence d'un cytoplasme modifiait totalement la notion classique du myélocyte; cependant le noyau réclamait une attention spéciale, ne fût-ce qu'en raison de la remarquable karyomégalie offerte par l'élément. Les moyens dont on disposait alors ne permettant pas d'en poursuivre complètement l'étude, je dus différer celle-ci jusqu'au moment où les progrès de la technique l'ont rendue possible.

» C'est donc au point de vue de leur appareil nucléaire que j'ai repris l'examen des myélocytes chez divers Gastéropodes et Annélides. J'ai surtout fait usage de la méthode de Nissl, guidé dans ce choix par des considérations faciles à apprécier : cette méthode ayant été presque exclusivement appliquée aux récentes recherches sur l'histologie des cellules nerveuses chez les Invertébrés, je me suis placé dans des conditions identiques à celles des autres observateurs et nos conclusions respectives seront ainsi très comparables.

» *Gastéropodes.* — Comme je l'ai établi précédemment, les myélocytes sont aisés à découvrir dans le lobule de la sensibilité spéciale, si bien décrit par M. de Lacaze-Duthiers.

» La membrane nucléaire est presque toujours assez visible, contrairement à ce qui s'observe pour beaucoup de cellules ganglionnaires. Toutefois, et ceci ne saurait surprendre en des recherches aussi délicates, on peut éprouver quelque difficulté à isoler cette membrane de la formation nucléinienne arrivant souvent à son contact; celui-ci s'établit généralement par des points chromatiques assez rapprochés pour faire admettre une suppléance de la membrane par certaines portions de la formation nucléinienne.

» Cette dernière est toujours très développée, riche en chromatine, qui est disposée le plus fréquemment en réseau.

» Quant au karyoplasme, il est fort réduit chez les Hélicides; il est plus appréciable chez les Limnées et les Planorbes, sans être jamais fort abondant.

» Il en résulte que, lorsque des nucléoles apparaîtront, ils seront de nature nucléinienne; mais doit-on même mentionner ici des nucléoles? Les seules parties auxquelles ce terme puisse s'appliquer se réduisent à de simples grumeaux chromatiques, disposés aux nœuds du réseau nucléinien. Peu fréquents, pouvant douteusement être assimilés à des nucléoles, ces amas chromatiques seront plus constants dans le groupe suivant.

» *Annélides.* — Considéré au point de vue de son noyau, le myélocyte offre de notables différences, suivant qu'on l'examine chez tel ou tel type: les Sabelles et les Térébelles offrent des dispositions assez analogues à celles que présentaient les Gastéropodes; au contraire, chez la Pontobdelle, chez l'Arénicole, etc., on constate des différences importantes et c'est alors surtout qu'on peut être conduit à décrire des nucléoles.

» Non seulement la chromatine tend à se grouper sous forme de grains répartis sur le réseau nucléinien et s'accentuant vers ses nœuds, mais elle constitue un, deux ou trois amas plus volumineux, comparables à des nucléoles. Il est à remarquer que, lors même qu'il existe deux ou trois de ces corpuscules, l'un d'eux demeure prééminent par son volume et sa faculté chromatique, pouvant ainsi faire croire à l'existence d'un seul nucléole. Les corpuscules nucléolaires sont d'ailleurs toujours de faibles dimensions, caractère important à relever pour l'ensemble des conclusions qui se déduisent des faits précédents.

» Les conclusions sont les suivantes :

» 1° Contrairement à certaines assertions, les myélocytes d'Invertébrés peuvent offrir une membrane nucléaire très nette;

» 2° Dans ces mêmes myélocytes, la formation nucléinienne se montre comparable à ce qu'elle est dans les « petites cellules nerveuses pauvres en » protoplasma des Vertébrés », étudiées par Ramon y Cajal;

» 3° Lorsque la chromatine tend à se localiser, elle se répartit surtout en grains disposés sur les nœuds du réseau nucléinien; parfois elle y figure des nucléoles. »

BOTANIQUE. — *Sur l'alternance de générations des* Cutleria. Note de M. C. Sauvageau, présentée par M. Guignard.

« On connaît, en Europe, deux espèces de *Cutleria*, le *C. multifida* et le *C. adspersa*, et l'on admet que ces plantes sexuées sont les gamétophytes de deux plantes asexuées, ou sporophytes, l'*Aglaozonia parvula* et l'*A. chilosa*, qui sont les deux espèces connues du genre. Actuellement, le rapprochement entre le *C. multifida* et l'*A. parvula* paraît démontré; celui entre le *C. adspersa* et l'*A. chilosa*, seulement supposé par analogie avec le précédent, et à cause de la répartition de ces deux espèces dans le golfe de

Naples, ne me paraît pas exact. En effet, j'ai trouvé à Guéthary (Basses-Pyrénées) une nouvelle espèce d'*Aglaozonia*, l'*A. melanoidea;* il y vit au voisinage du *C. adspersa* sur des rochers découvrant à basse-mer, faciles à explorer et où ne se trouve pas l'*A. chilosa*, d'ailleurs inconnu dans l'océan. Je l'ai suivi sur toute la côte nord de l'Espagne (San Vicente de la Barquera, Gijon, Rivadeo), et je l'ai identifié avec le *Zonaria melanoidea* récolté par Schousboe au Maroc.

» L'*A. melanoidea* forme des lames noires ou d'un brun noir sur les pierres ou les *Lithothammion*, à festons arrondis, fortement appliquées sur le substratum; les plus grandes sont de la dimension de la main; l'aspect est tout à fait celui d'un *Ralfsia* de grande taille. La structure de la lame rampante des plantules falkenbergiennes que j'ai trouvées sur le *C. adspersa* (1) correspond avec celle de l'*A. melanoidea*. Ce dernier existe sans doute aussi dans la Méditerranée, où sa ressemblance avec un *Ralfsia* a dû le faire méconnaître.

» Nous ignorons donc le gamétophyte de l'*A. chilosa*. Or l'*A. parvula* se reproduit nécessairement sans alternance de génération dans l'Europe septentrionale, puisque le *C. multifida* n'y existe pas. L'*A. chilosa* se comporte probablement de même dans la Méditerranée; son gamétophyte a complètement disparu ou bien est représenté par des espèces exotiques (*C. compressa*, *C. pacifica*) encore fort mal connues.

» Sur des *C. multifida* que j'ai reçus de la station zoologique de Plymouth, j'ai trouvé des plantules falkenbergiennes épiphytes provenant de la germination d'oosphères parthénogénétiques. Elles diffèrent beaucoup moins de celles du *C. adspersa* que j'ai étudiées à Guéthary, que les dessins publiés par les auteurs le laissaient supposer. Elles ont une colonnette (Keimfuss) aussi longue ou même plus longue que celle des jeunes *A. melanoidea;* elles portent au sommet plusieurs poils, et la touffe latérale de poils est fréquente, mais je n'ai pas vu de touffe basilaire sur la lame rampante; son absence est sans doute une différence spécifique. On sait que les plantules obtenues en culture par M. Falkenberg et par M. Church étaient courtes et privées de poils; leur aspect en était donc complètement changé. C'est qu'en effet si les Bactéries et les Champignons se développent facilement dans des vases de dimensions restreintes, il n'en va pas de même des Algues marines à chromatophores, et il est nécessaire de

(1) C. Sauvageau, *Sur l'origine du thalle des Cutlériacées* (*Comptes rendus*, 16 mai 1898).

contrôler les cultures de laboratoire avec les plantules qu'une recherche entendue permet de rencontrer dans la nature.

» Parmi plusieurs centaines de plantules falkenbergiennes et thurétiennes épiphytes que j'ai isolées sur le *C. adspersa,* j'en ai trouvé quelques-unes fort instructives que je nommerai *churchiennes,* pour rappeler leur ressemblance avec celles que M. Church a décrites. Je les considère comme des anomalies. La colonnette continue à donner à sa base une lame rampante, mais elle porte à son sommet un ou plusieurs filaments cutlériens; suivant que cette modification a lieu plus tôt ou plus tard, la colonnette est plus ou moins développée et, par suite, plus ou moins reconnaissable. J'apprécie les plantules que M. Church a obtenues avec les zoospores de l'*A. parvula,* non comme des *Cutleria* confervoïdes capables de produire une lame rampante, mais comme des colonnettes churchiennes. Les zoospores de ce même *Aglaozonia* ont donné à M. Kuckuck deux sortes de germinations; les unes sont de vrais *Cutleria* confervoïdes de la forme thurétienne, et les autres ont produit une lame basilaire d'*Aglaozonia,* mais l'examen des dessins de l'auteur me laisse croire qu'il s'agit ici d'une forme churchienne dans laquelle la colonnette est extrêmement réduite. Par suite, les zoospores d'*Aglaozonia* auraient donné à Helgoland, simultanément, la forme thurétienne et la forme falkenbergienne modifiée.

» Or, la germination des oosphères fécondées du *C. multifida* à Naples, et du *C. adspersa* à Antibes, celle des oosphères parthénogénétiques du *C. multifida* à Plymouth et du *C. adspersa* à Guéthary ont donné en culture une forme falkenbergienne, autrement dit un jeune *Aglaozonia.* Au contraire, la germination des oosphères parthénogénétiques du *C. multifida* à Saint-Vaast-la-Hougue a donné une forme thurétienne, autrement dit un jeune *Cutleria,* et, bien que je n'aie point obtenu de fécondation dans mes cultures à Guéthary, il serait possible d'attribuer les plantules épiphytes thurétiennes trouvées sur le *C. adspersa* à la germination d'oosphères fécondées, car les individus mâles de cette espèce y sont plus abondants que les individus femelles. Par conséquent, les oosphères de *Cutleria*, qu'elles soient fécondées ou parthénogénétiques, de même que les zoospores d'*Aglaozonia,* peuvent donner ou bien un *Cutleria* ou bien un *Aglaozonia.* L'alternance de générations n'est pas nécessaire, mais variable, suivant, sans doute, qu'agissent des conditions que nous ne savons point préciser, mais qu'il y aurait peut-être lieu de rechercher dans la variation du nombre des chromosomes, si la théorie de M. Strasburger sur la réduction chromatique est exacte.

» La colonnette qui paraît être l'origine nécessaire d'un *Aglaozonia* peut donc produire aussi un *Cutleria*. On a vu des *Zanardinia* et des *C. multifida* donner de nouveaux individus par prolifération superficielle, et le mode de végétation des *Aglaozonia* est très favorable à la multiplication par boutures. Mais on n'a jamais signalé qu'un thalle de *Cutleria* pût naître par prolifération sur un thalle d'*Aglaozonia* et, réciproquement, qu'une colonnette fût portée par l'un ou par l'autre thalle. Il y a opposition complète, à tous les points de vue, entre un *Cutleria* et un *Aglaozonia* et la colonnette est un lien entre eux, bien que sa structure diffère nettement de l'un et de l'autre. La colonnette nous apparaît donc comme un organe essentiel et primordial dont l'importance phylogénique est sans doute considérable, mais impossible à préciser actuellement. Nous ne connaissons point de Phéosporée actuelle qui lui soit absolument comparable, mais elle paraît se rapprocher surtout des *Myriotrichia* et *Litosiphon* qui, comme elle, restent pleins et portent des poils exogènes; mais ceux-ci sont diffus au lieu d'être localisés. Jusqu'à ce que j'aie fait l'étude des germinations falkenbergiennes épiphytes, on ne soupçonnait point que la colonnette pût acquérir une aussi grande différenciation. Les plantules churchiennes nous éclairent sur le rôle de la colonnette; peut-être trouvera-t-on d'autres plantules analogues où elle portera des organes reproducteurs lui appartenant en propre, et qui nous éclaireront sur ses affinités réelles. Quoi qu'il en soit, un *Cutleria* me paraît être la synthèse de trois genres : le *Cutleria* proprement dit, l'*Aglaozonia*, et la colonnette de genre inconnu. »

BOTANIQUE. — *Sur une plante à gutta-percha, susceptible d'être cultivée sous un climat tempéré*. Note de MM. **Dybowski** et **G. Fron**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« La gutta-percha est, comme on le sait, produite principalement, à l'heure actuelle, par des arbres appartenant à la famille des Sapotacées, et croissant dans les régions intertropicales.

» Il n'est donc pas sans intérêt de constater qu'une plante, appartenant à un tout autre groupe botanique et croissant dans des régions à climat tempéré, peut également produire de la gutta.

» Il s'agit d'une espèce étudiée par MM. Oliver et Weiss, et décrite dans le *Bulletin de la Société Linnéenne de Londres*, en 1892, sous le nom de *Eucomia ulmoïdes* Oliver. N'ayant à sa disposition que des échantillons

incomplets, ce botaniste n'a pu faire de la plante une étude définitive. Cependant il range le genre *Eucomia* dans les Euphorbiacées, au voisinage des Crotonoïdées, et signale déjà, dans les divers organes de la plante, la présence de vaisseaux laticifères dont le contenu devient particulièrement visible quand, ayant brisé une portion de tige ou de feuille, on écarte avec précaution les deux parties.

» M. Weiss entreprit l'étude anatomique de la tige et des feuilles et plus particulièrement celle du développement des laticifères. Il constata leur présence en grande abondance dans le parenchyme cortical de la tige et leur ressemblance avec les vaisseaux à latex des Euphorbiacées. Il a dosé la proportion d'éléments solubles au chloroforme dans la région corticale, le rendement qu'il a obtenu est de 3 pour 100.

» Ayant remarqué l'analogie qui existe entre les feuilles de *Palaquium* et celles de l'*Eucomia* quand, brisant avec précaution les feuilles, on laisse apparaître le contenu des laticifères, nous avons été conduits à essayer d'appliquer aux différents organes de la plante le procédé de traitement recommandé par M. Jungfleisch pour l'extraction de la gutta-percha des feuilles de *Palaquium* (¹).

» Le traitement a porté d'abord sur des feuilles fraîches provenant d'un pied d'*Eucomia ulmoïdes* qui existe au Jardin colonial. L'échantillon a été mis à la disposition de cet établissement par M. Maurice Vilmorin, lequel avait reçu des graines du nord de la Chine.

» Les feuilles de l'*Eucomia ulmoïdes* ont 8^{cm} à 9^{cm} de longueur sur 4^{cm} à 5^{cm} de largeur. Elles sont ovales, acuminées, finement dentées, courtement pétiolées et présentent une certaine analogie d'aspect avec celles de notre Orme commun, d'où le nom d'espèce donné par M. Oliver.

» Opérant sur 20^{gr} de feuilles sèches, nous avons obtenu $0^{gr},45$ de produit soluble au toluène, ce qui correspond à un rendement de $2^{gr},25$ pour 100. Ce rendement est faible si l'on considère que les feuilles fraîches renferment 70 pour 100 d'eau.

» L'écorce est largement parcourue par des laticifères. Mais la plante que nous possédons étant très jeune encore, nous n'avons pu en distraire des rameaux pour les soumettre au traitement. Cette expérience ne pourra être faite qu'ultérieurement.

» Une seconde série d'observations a porté sur les fruits. Le fruit est une samare dont la longueur est de 3^{cm} à $3^{cm},5$ sur une largeur de 1^{cm}. Un lot de 200 fruits pèse environ 13^{gr} à 14^{gr}.

» Le dosage de la matière soluble au toluène, après épuisement à l'alcool, nous a

(¹) Jungfleisch, *La production de la gutta-percha* (*Bulletin de la Société d'encouragement à l'Industrie nationale,* 10 juin 1892).

fourni les rendements suivants :

	Prise d'essai.	Produit soluble au toluène.
1°....................	15gr	4gr,09
2°....................	15gr	4gr,12

» Soit une proportion de 8gr,20 de produit soluble au toluène sur 30gr de matière; ce qui correspond à un rendement égal à 27,34 pour 100.

» Nous avons opéré sur des fruits non desséchés. La proportion d'eau contenue dans le fruit est d'ailleurs faible et égale à 7,4 pour 100.

» Le produit obtenu est de couleur brune avec des reflets métalliques. Plongé dans l'eau chaude il se ramollit, s'étire en feuilles minces analogues à de la baudruche et prend bien sous la compression l'empreinte d'une médaille. En se refroidissant il perd de la souplesse et devient résistant.

» Nous n'avons pas manqué de soumettre les échantillons obtenus à M. Léauté dont l'opinion en pareille matière fait autorité. Il a bien voulu nous déclarer et nous autoriser à dire qu'il considérait cette gutta comme étant de « bonne qualité ».

» *Culture.* — Le Jardin colonial où la plante a été étudiée possédait un pied d'*Eucomia ulmoides.* Des expériences ont été entreprises en vue de déterminer le mode de multiplication auquel la plante pourrait être soumise. En effet, étant pour l'instant connue seulement dans le nord de la Chine, il ne sera sans doute pas aisé d'obtenir rapidement toute la quantité de graines désirable. D'autre part la germination de ces graines s'est montrée difficile et capricieuse. Un semis a donné des levées dont la première a eu lieu après six semaines, la deuxième après cinq mois et d'autres plus tard encore.

» Fort heureusement le procédé du bouturage a fourni les résultats les plus favorables. En toute saison, les rameaux peuvent s'enraciner et donner des plantes se développant vigoureusement. Cependant le printemps semble la période la plus favorable à la reprise des boutures. Celles-ci devront être faites avec des rameaux ligneux pris sur la plante alors qu'étant à l'état de repos elle est dépourvue de feuilles.

» L'origine de la plante permettait de prévoir qu'elle offrirait une certaine rusticité. En effet, elle a bien résisté au froid de l'hiver sous le climat de Paris, étant exposée à l'air libre. On peut donc espérer que la culture de cette plante à gutta pourra être faite d'une manière pratique dans les régions tempérées et présenter de réels avantages. Le Jardin colonial en fait expérimenter la culture en Annam, au Tonkin et dans le nord de l'Afrique. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Action des vapeurs anesthésiques sur la vitalité des graines sèches et des graines humides* ([1]). Note de M. **Henri Coupin**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« On sait que les anesthésiques, et notamment le chloroforme et l'éther que j'ai seulement en vue dans cette Note, amènent la mort des êtres vivants, lentement lorsqu'ils agissent pendant trop longtemps, rapidement quand ils sont employés à une dose élevée. Ceci est vrai aussi bien pour les animaux que pour les végétaux, considérés à l'état de vie active. Je me suis demandé si l'action était la même avec des organismes à l'état de vie ralentie, et, pour le savoir, je me suis adressé à des graines, matériaux d'études très favorables, car, chez elles, le protoplasma a une vitalité extrêmement ralentie.

» J'ai mis un certain nombre de grains de *Blé de Bordeaux* dans une atmosphère saturée de vapeurs de chloroforme et des grains de *Trèfle violet* dans une atmosphère saturée d'éther sulfurique. Toutes les vingt-quatre heures, je prélevais quelques graines, je les faisais gonfler dans l'eau et je les mettais au germoir. Il semble *a priori* que les graines ne devaient pas tarder à périr dans une atmosphère aussi asphyxiante : contrairement à ces prévisions, il n'en a rien été. Les graines sont restées au contact des vapeurs saturées d'anesthésiques pendant plus de six cent quatre-vingts heures sans subir le moindre trouble dans leur pouvoir germinatif. Bien plus, ces graines, mises au germoir en même temps que des graines témoins, germèrent tout aussi vite que ces dernières.

» Je crois donc pouvoir conclure de ces expériences que *les vapeurs anesthésiques mêmes saturées sont sans action sur le protoplasma à l'état de vie ralentie*.

» On pourrait tirer de ce fait une conclusion pratique pour la destruction des insectes qui attaquent les graines conservées par les cultivateurs. Il suffirait de répandre un peu de chloroforme dans l'endroit où elles se trouvent pour tuer les insectes nuisibles, sans nuire aux graines intactes. Le sulfure de carbone que l'on a proposé d'employer dans les mêmes conditions, et qui est très efficace pour les insectes, a, en effet, l'inconvénient de nuire à certaines semences, le Blé par exemple.

([1]) Travail du laboratoire de Botanique de la Sorbonne, dirigé par M. Gaston Bonnier.

» Il était intéressant de savoir comment se comporteraient des graines humides placées dans les mêmes conditions que les graines sèches.

» J'ai semé des graines humides dans des verres renfermant de la sciure de bois humectée et j'ai placé les pots dans des cloches de 10lit de capacité, cloches hermétiquement closes, dans lesquelles je versais par un tube une dose plus ou moins forte d'anesthésique. Les graines sur lesquelles ont porté mes expériences sont les suivantes :

» Lupin blanc, Trèfle violet, Vesce velue de printemps, Sarrasin, Blé, Orge, Maïs, Chanvre.

» Un pot témoin placé à l'extérieur permettait de comparer la vitesse de la germination (¹).

» Avec une dose de 1cc d'éther, la germination s'est faite comme à l'air libre.

» Avec une dose de 2cc d'éther, la germination a été un peu ralentie. Par exemple, au bout de dix jours, la gemmule de l'Orge avait 7cm à l'air libre et 5cm dans l'air chargé de vapeurs anesthésiques.

» Avec une dose de 3cc d'éther, la germination a été très ralentie. Ainsi, au bout de douze jours, les Lupins anesthésiés sortaient à peine de terre, tandis que ceux placés à l'air libre avaient un axe hypocotylé de 6cm de longueur.

» Avec une dose de 3cc,5 d'éther, les graines de Trèfle violet ont seules subi un commencement de germination.

» Avec une dose de 3cc,7 d'éther, aucune graine n'a germé. Les graines retirées de dessous la cloche au bout de quinze jours, lavées à grande eau et mises au germoir, n'ont pas germé : elles n'étaient donc pas seulement endormies mais bien mortes.

» Il est à noter que cette dose de 3cc,7 d'éther pour 10000cc d'air est considérablement éloignée de l'état de saturation.

» Ainsi, *les graines dont la vitalité a été ranimée par l'humidité sont très sensibles aux vapeurs anesthésiques qui ralentissent leur germination ou les tuent à une dose très faible* (environ $\frac{37}{100000}$). Cette deuxième conclusion rend la première encore plus frappante. »

La séance est levée à 3 heures et demie.

J. B.

(¹) Plusieurs expérimentateurs ont déjà étudié l'action des anesthésiques sur les graines, mais en les faisant gonfler pendant vingt-quatre heures dans *une solution* plus ou moins concentrée d'anesthésique et en les semant ensuite à l'air libre. Il est bien évident que ce mode opératoire n'est pas comparable au nôtre, dans lequel nous ne considérons que les *vapeurs* d'anesthésique agissant d'une manière *continue*.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 25 septembre 1899.

Rapport sur les travaux du Conseil central de salubrité et des Conseils d'arrondissement du département du Nord pendant l'année 1898, présenté par le Dr Thibaut. N° 57. Lille, impr. L. Danel, 1899; 1 vol. in-8°.

Annales de la Société d'émulation du département des Vosges. LXXVe année, 1899. Paris, Aug. Goin, 1899; 1 vol. in-8°.

Bulletin de la Société de l'Industrie minérale, publié sous la direction du Conseil d'administration. 3e série, t. XIII, 2e livraison, 1899. Saint-Étienne; 1 vol. in-8°.

Mémoires de la Société d'Agriculture, Sciences, Belles-Lettres et Arts d'Orléans. 2e série, t. XXXVI, nos 5 et 6. Orléans, impr. G. Michau et Cie; 1 fasc. in-8°.

Revue bryologique. Bulletin bimestriel consacré à l'étude des Mousses et des Hépatiques. 26e année, 1899, n° 5. Athis (Orne), T. Husnot, 1899; 1 fasc. in-8°.

Hypothèses, par James Pochon. Cortaillod (Suisse), chez l'Auteur, 1899; 1 fasc. in-12.

Sul diametro solare, Memoria di A. di Legge et A. Prosperi. Roma, tipografia della R. Accademia dei Lincei, 1899; 1 fasc. in-4°.

The Centenary of the electric current, 1799-1899 : *A lecture delivered during the meeting of the British Association for the advancement of Science,* 1899, by Dr J.-A. Fleming. London, 1899; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Precession Tables adapted to Newcomb's value of the precessional constant and reduced to the epoch 1910,0, by A.-M.-W. Downing. Edinburgh, Neill and C°, 1899; 1 fasc. in-4°.

U. S. Department of Agriculture. Weather bureau. Report of the chief of the weather bureau, 1897-98. Washington, 1899; 1 vol. in-4°.

Meteorological observations made at the Adelaïde observatory and other places in the South Australia and the northern territory, during the year 1896, under the direction of Charles Todd. Adelaïde, printed by C.-E. Bristow, 1899; 1 fasc. petit in-f°.

Annalen der kaiserlichen Universitäts-Sternwarte in Strassburg, herausgeg. v. E. Becker. Zweiter Band. Karlsruhe, 1899; 1 vol. in-4°.

Feilden's magazine, the world's record of industrial progress. Vol. I, n° 2, September 1899. London, 1 fasc. in-8°.

Monthly weather review. Vol. XXVII, n° 2, 1899. Washington; 1 fasc. in-4°.

Observatoire magnétique et météorologique de Zi-Ka-Wei (Chine), fondé et dirigé par les missionnaires de la Compagnie de Jésus. *Bulletin mensuel.* Année 1896, 3e trimestre. Chang-Haï, 1899; 1 fasc. in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 2 OCTOBRE 1899.

L'amour dans l'Univers, l'inversion dans la Création, par LOUIS-CHARLES-ÉMILE VIAL. 5e Addition, s. l. n. d.; 1 fasc. in-8°.

Revue générale de Botanique, dirigée par M. GASTON BONNIER, Membre de l'Institut. T. XI, n° 129. Paris, Impr. Paul Dupont, 1899; 1 fasc. in-8°.

Monographie du genre Nicotiana, *comprenant le classement botanique des tabacs industriels,* par le prof. Dr O. COMES; enrichie de 7 planches doubles phototypiques. Naples, 1899; 1 vol. in-4°. (Hommage de l'Auteur.)

L'evoluzione delle misure lineari presso i vari popoli in tutti i tempi e specialmente nel medio evo in Firenze, communicazione del prof. GUSTAVO UZIELLI. (Présenté par M. A. Cornu. Hommage de l'Auteur.)

The century's progress in scientific Medicine, by WILLIAM BARBER. San Francisco, Cal. (*Southern California Practitioner,* Vol. XIV, n° 8, p. 309.)

Études internationales des nuages : 1896-1897. *Observations et mesures de la Suède, III : Observations directes des nuages,* rédigées par H. HILDEBRAND HILDEBRANDSSON. Publication de l'observatoire météorologique de l'Université royale d'Upsala; 1 fasc. in-4°.

Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft. Jahrgang XXXII (1899), n° 13. Berlin, 1899; 1 vol. in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 9 OCTOBRE 1899.

Mémoires de l'Académie des Sciences de l'Institut de France. 2e série, t. XLV, Paris, Gauthier-Villars, 1899; 1 vol. in-4°.

Rapport sur les travaux du Conseil central d'hygiène publique et de salubrité de la Loire-Inférieure pendant l'année 1898. Nantes, L. Mellinet et Cie, 1899; 1 vol. in-12.

Statistique géologique et agronomique du département des Landes. 1re et 2e Parties, par E. JACQUOT et V. RAULIN; 3e Partie, par V. RAULIN. (Ouvrage

accompagné de trois Cartes géologiques hors texte, in-f°.) Mont-de-Marsan, 1888-97; 3 vol. in-8°.

Annales de l'Institut colonial de Marseille, publiées sous la direction de M. E. Heckel. 6e année, Vol. V (1898), 2e et dernier fasc. Paris-Màcon, 1898; 1 fasc. in-8°.

Description d'un voyage dans la Chine occidentale, par M. Groum-Grjimailo. Vol. II. Saint-Pétersbourg, 1899; 1 vol. in-4°. (Remis par M. Venukoff.)

Résumé météorologique de l'année, pour Genève et le Grand Saint-Bernard, par R. Gautier. Années 1897 et 1898. Genève, impr. Rey et Malavallon, 1898-99; 2 fasc. in-8°.

Die Entstehung und Bewegung der Weltkörper sowie die Erforschung eines perpetuum Mobile, von Wilhelm Jaster. Hamburg, Sebstverlag, 1899; 1 fasc. in-12.

Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences. Vol. XXXV, nos 1-3, 1899; 3 fasc. in-8°.

Vremennik, publication du lycée Demidoff. Vol. LXXVI, 1899. Yaroslaw, 1899; 1 vol. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 2 octobre 1899.)

Note de M. *Stanislas Meunier,* Complément d'observations sur le terrain caillouteux des Préalpes vaudoises :

Page 526, lignes 13 et 14, *au lieu de* .... soustraction des poussées souterraines, *lisez* .... soustraction des poussières souterraines.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 16 OCTOBRE 1899,

PRÉSIDENCE DE M. VAN TIEGHEM.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉCANIQUE. — *Sur les positions d'équilibre d'un navire avec un chargement liquide*. Note de M. **Appell**.

« Le problème de l'équilibre d'un navire avec un chargement liquide a fait l'objet d'importantes recherches de M. Guyou, résumées dans la *Théorie du Navire* (¹).

» En me plaçant à un point de vue géométrique, je me propose d'étendre à ce problème la belle méthode suivie par M. Guyou pour l'équilibre d'un flotteur sans liquides intérieurs, en donnant le moyen de trouver les positions d'équilibre et de discuter leur stabilité.

(¹) Consulter également un travail de M. Duhem (*Journal de Mathématiques*, 1896).

» Soit un flotteur que je suppose fermé, renfermant dans son intérieur des surfaces fermées $S_1, S_2, \ldots, S_n$ invariablement liées au flotteur et partiellement remplies de liquides homogènes de densités quelconques. Appelons p le poids du flotteur sans liquides, $p_1, p_2, \ldots, p_n$ les poids des liquides contenus respectivement dans les surfaces $S_1, S_2, \ldots, S_n$; le poids total du flotteur est dès lors

$$P = p + p_1 + p_2 + \ldots + p_n.$$

» Soient ϖ le poids de l'unité de volume du liquide dans lequel le flotteur est immergé et V le volume immergé. Il est évident que les conditions d'équilibre sont les suivantes :

» 1° Les surfaces de tous les liquides doivent être horizontales;

» 2° On doit avoir

$$\varpi V = P;$$

» 3° Le centre C de la carène immergée et le centre de gravité G de tout le flotteur doivent être sur une même verticale.

» Laissons de côté seulement la dernière condition, et supposons qu'on donne au flotteur toutes les orientations possibles sous la condition $\varpi V = P$, les surfaces des liquides étant constamment horizontales. Cherchons, dans ces conditions, le lieu du point C et celui du point G par rapport au flotteur. D'après les théorèmes de Dupin, le lieu du point C est la surface (C) des centres de carène : dans chaque position du flotteur, le plan tangent à cette surface au point C est horizontal. De même le lieu du centre de gravité C_i d'un quelconque des liquides p_i est une surface (C_i) dont le plan tangent, dans chaque position du flotteur, est horizontal : toutes ces surfaces sont convexes. Dans ces conditions le lieu du centre de gravité total G du système formé par le flotteur et les liquides est une surface (G), et il est facile de voir que le plan tangent à cette surface au point G correspondant à une position quelconque du flotteur est horizontal. Cette surface (G) est convexe comme (C_1), (C_2) ... (C_n), Les deux surfaces (C) et (G) étant supposées construites, pour qu'il y ait équilibre dans une position donnée, il faut et il suffit que la droite GC soit verticale, et, comme les plans tangents en G et C sont horizontaux, il faut et il suffit que GC soit une normale commune aux deux surfaces.

» *Stabilité*. — Pour discuter la stabilité, appliquons le mode de raisonnement de M. Guyou.

» Les positions stables sont celles dans lesquelles le centre de gravité de tout le système, flotteur, liquides intérieurs, liquide extérieur, est le plus bas possible.

» 1° Quelle que soit l'orientation du flotteur, on fait descendre le centre de gravité en rendant les surfaces libres de tous les liquides horizontales.

» 2° La condition précédente étant remplie, si l'on descend le flotteur parallèlement à lui-même, le centre de gravité descend jusqu'au moment où $\varpi V = P$, pour remonter ensuite.

» 3° Les conditions précédentes étant remplies, inclinons le flotteur : le minimum de la hauteur du centre de gravité total a lieu en même temps que le minimum de la distance du point G au plan tangent à la surface C.

» On est donc ramené à ce problème de Géométrie : *Étant données deux surfaces* (C) *et* (G), *trouver la plus courte distance d'un point de* (G) *au plan tangent à* (C).

» Supposons que l'on réalise matériellement ces deux surfaces (C) et (G), invariablement liées l'une à l'autre, avec une substance *sans poids :* plaçons sur la surface (G) un point matériel assujetti à glisser sans frottement sur cette surface. Les orientations du flotteur, dans l'équilibre, sont les mêmes que les orientations du système pesant ainsi formé reposant par la surface (C) sur un plan horizontal fixe.

» S'il n'y a pas de liquides intérieurs, la surface (G) est un point et l'on retrouve les résultats de M. Guyou.

» *Remarque.* — Si, au lieu de supposer toutes les surfaces des liquides $p_1, p_2, \ldots, p_n$ planes et parallèles, on leur donnait des formes quelconques, le centre de gravité G se déplacerait d'une manière continue de façon à occuper successivement les diverses positions de l'intérieur de la surface (G).

» On pourrait donc dire aussi qu'il s'agit de trouver la plus courte distance d'un point G de ce volume au plan tangent à la surface (C). Il est évident, en effet, que le minimum ne peut avoir lieu que si le point G est sur la surface (G) et les plans tangents en G et C parallèles. »

OPTIQUE. — *Méthode pour la mise au point d'un collimateur.* Note de M. G. **Lippmann**.

« Mettre au point un collimateur, c'est amener la fente dans le plan focal de l'objectif, afin que l'image de cette fente soit rejetée à l'infini. On

opère ce réglage par la méthode suivante, qui m'a paru précise. On éclaire la fente et l'on observe son image dans une lunette auxiliaire. Entre le collimateur et la lunette on intercale un *bilame*, c'est-à-dire le système de deux lames de verre à faces planes et parallèles, inclinées l'une et l'autre sur le faisceau lumineux d'environ 45°, et à peu près perpendiculaires entre elles. L'intersection des deux lames est parallèle à la fente.

» Le bilame dédouble par réfraction l'image de la fente, et donne deux images écartées l'une à droite, l'autre à gauche de l'image primitive. L'intervalle linéaire entre les demi-images est constant et proportionnel à l'épaisseur du bilame; il demeure le même quel que soit le tirage. Donc, tant que le réglage n'est pas parfait, on voit deux images de la fente. Lorsque le réglage devient parfait, les deux images paraissent se rapprocher jusqu'à se confondre; l'intervalle linéaire qui les sépare est demeuré constant; mais il est vu sous un angle nul lorsque le système des deux images est rejeté à l'infini. L'opération consiste donc à faire varier le tirage jusqu'à ce que les deux images paraissent se confondre.

» Si l'on savait tailler des lames de verre à faces planes et exactement parallèles, une lame unique pourrait remplacer le bilame, à condition seulement de l'intercaler sur le passage de la moitié des faisceaux lumineux. Mais on ne peut pas compter sur un parallélisme parfait : une lame de verre à faces planes est en réalité un prisme d'angle très petit. C'est pour cette raison qu'il convient d'employer un bilame fait de deux lames découpées dans un même disque de glace. L'intersection du plan des deux lames doit être perpendiculaire à l'arête du prisme primitif. Le plan de section devient dès lors un plan de symétrie du bilame, et l'effet de la déviation prismatique se trouve éliminé.

» La précision obtenue n'est limitée que par le pouvoir séparateur de l'instrument. C'est d'ailleurs une limite qu'il serait inutile de dépasser. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Production d'ozone par la décomposition de l'eau au moyen du fluor.* Note de M. **Henri Moissan.**

« Lorsque, dans une réaction, l'oxygène est mis en liberté à basse température, on peut remarquer que ce corps simple se polymérise avec la plus grande facilité et qu'il se forme de l'ozone. Nous citerons comme exemple l'action de l'acide sulfurique sur le bioxyde de baryum ou sur le

permanganate de potassium. Il est vrai que si la réaction produit quelque dégagement de chaleur, l'ozone se détruit, et nous n'en retrouvons plus que des traces. A cause même de l'instabilité de l'ozone à la température ordinaire sa destruction peut être totale.

» L'action du fluor sur l'eau vient apporter une nouvelle preuve de cette facile polymérisation de l'oxygène à basse température.

» Nous avons démontré, en 1891, que le fluor en présence de l'eau à la température ordinaire décomposait ce liquide, avec formation d'acide fluorhydrique et d'ozone. Nous avons même fait remarquer qu'en laissant tomber quelques gouttes d'eau au milieu d'une atmosphère de fluor, l'ozone qui se produisait était assez concentré pour apparaître avec la belle couleur bleue indiquée par MM. Hautefeuille et Chappuis.

» Nous avons répété ces expériences au moyen d'un courant de fluor plus abondant, préparé dans un appareil en cuivre. Nous avons pu ainsi faire passer un grand volume de fluor dans une petite quantité d'eau.

» Le fluor est amené, par un petit tube de platine, dans un barboteur à eau maintenu à la température constante de 0°. Il passe ensuite dans un ballon de Chancel à fond rond, tel que ceux qui sont utilisés pour prendre la densité des gaz.

» Lorsque l'appareil de Chancel est rempli par déplacement d'oxygène ozonisé, on titre ce dernier au moyen d'une solution d'iodure de potassium, en présence d'un excès d'acide sulfurique, pour éviter la formation d'iodate. L'iode mis en liberté est enfin dosé par l'hyposulfite de sodium.

» Pour introduire la solution d'iode dans le ballon, sans perdre d'ozone, on dispose sur la tubulure centrale un entonnoir effilé dans lequel on verse le liquide, additionné d'acide sulfurique. On refroidit ensuite assez fortement le ballon, au moyen d'acide carbonique solide et d'acétone. Le gaz se contracte, et en ouvrant le robinet le liquide pénètre dans l'intérieur.

» La solution d'iodure de potassium dans l'acide sulfurique est introduite ainsi en plusieurs fois, jusqu'au moment où le gaz ne colore plus l'iodure de potassium. On reconnaît la fin de la réaction en portant le ballon à la température du laboratoire et en laissant passer, grâce au robinet, une bulle de gaz dans la solution d'iodure qui se trouve dans l'entonnoir. Cette bulle ne doit produire aucune coloration. Après agitation, on débouche le ballon et l'iode libre est dosé par l'hyposulfite.

» Nous citerons, comme exemple, les expériences suivantes, qui ont été conduites avec beaucoup de régularité :

	Durée de l'expérience.	Ozone par litre. En volume.	En poids.
		cc	gr
1°	Cinq minutes....................	56,3	0,1207
2°	Dix minutes....................	90,7	0,1945
3°	Trente minutes..................	143,9	0,3085

En ramenant à 100^{cc} nous avons :

			cc
1°	Cinq minutes, en volume	....	5,63
2°	Dix » »	....	9,07
3°	Trente » »	....	14,39

» D'après cette expérience, la teneur en ozone du gaz produit était en volume de 14,39 pour 100. A partir de ce moment la quantité d'ozone reste à peu près constante. Ainsi que ces chiffres l'indiquent, c'est une proportion assez élevée. En réalité, la concentration de l'ozone produit par le fluor au contact de l'eau est plus grande que celle qui est fournie par les analyses précédentes. En effet, le déplacement de l'air du ballon par l'ozone exige un temps assez long, pendant lequel l'ozone concentré se décompose.

» D'autre part, l'influence de la vitesse du courant est très grande. Dans nos expériences, cette vitesse était de 3^{lit} à l'heure. Plus le courant de fluor sera rapide, en ayant bien soin toutefois de refroidir l'eau à la température de 0°, et plus la concentration de l'ozone sera forte.

» Il se fait ici un équilibre entre les deux réactions suivantes :

» 1° Formation d'ozone bleu par décomposition de l'eau par un excès de fluor ;

» 2° Destruction de l'ozone par l'élévation de la température ambiante.

» Dans plusieurs séries d'expériences, lorsque la vitesse du courant de fluor est inférieure à 3^{lit} par heure, la teneur de l'oxygène en ozone variait de 10 à 12 pour 100. Dans d'autres expériences, où l'on ne refroidissait pas l'ampoule qui contient l'eau à la température de 0°, la teneur en ozone était beaucoup moins élevée.

» Cette formation si facile de l'ozone concentré par l'action du fluor sur l'eau, à la température de 0°, pourrait peut-être devenir le point de départ de quelques applications.

» La préparation du fluor par voie électrolytique est encore délicate,

mais elle n'est point coûteuse. De plus, l'ozone ainsi obtenu ne renferme pas trace de composés oxygénés de l'azote. Nous évitons dans cette formation de l'ozone toute réaction secondaire, et si cette nouvelle préparation devenait industrielle, elle mettrait en évidence la grande activité chimique du gaz fluor. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Des qualités préventives du sérum sanguin d'une génisse immunisée contre la péripneumonie contagieuse des Bovidés.* Note de MM. **S. Arloing** et **Duprez.**

« I. M. Willems a montré depuis longtemps que l'on pouvait immuniser les Bovidés contre la péripneumonie contagieuse en inoculant la sérosité des lésions pulmonaires, par scarifications, au voisinage de l'extrémité libre de la région coccygienne. L'opération, simple par elle-même, détermine parfois des tuméfactions spécifiques souvent mortelles, toujours mutilantes.

» En outre, la pratique a démontré que l'inoculation willemsienne demande un certain temps pour développer ses effets préventifs, pendant lequel les sujets restent exposés à la contagion.

» Il y a donc lieu de chercher un procédé d'immunisation comparable, dans ses résultats, à celui de Willems, mais plus prompt dans ses effets et sans danger. L'un de nous a déjà fait, dans cette voie, des tentatives infructueuses. En attendant que l'on trouve ce moyen idéal pour conférer une immunité durable, peut-être serait-il possible de communiquer rapidement et sans danger une immunité passagère qui mettrait les Bovidés à l'abri : 1° de l'infection naturelle pendant le développement des effets bienfaisants de l'inoculation willemsienne; 2° des accidents graves qui, parfois, suivent cette inoculation.

» Le sérum sanguin d'une génisse ou d'un bœuf fortement immunisé nous semblait, *a priori*, devoir posséder les qualités nécessaires à l'obtention de ce double résultat.

» II. Il s'agissait donc d'abord de préparer un sujet producteur de sérum.

» Nous avons entrepris cette préparation depuis le mois de juillet 1896, sur une génisse de race charollaise.

» L'immunisation de cette bête a été commencée par l'inoculation de Willems vers l'extrémité de la région coccygienne. Après le délai réclamé par l'évolution de l'action

préventive, on a fait une série d'injections de très faibles doses de sérosité pulmonaire dans le tissu conjonctif sous-cutané de la queue. L'état de l'animal continuant à se maintenir très satisfaisant à la suite de ces inoculations, on se risque à en faire de nouvelles, à doses plus fortes, dans des régions où le tissu conjonctif sous-cutané est lâche et abondant, telles que l'encolure, la face latérale du thorax et de l'abdomen. La quantité de sérum injectée en un seul point s'est élevée, dans les derniers temps, à 30^{cc}, 40^{cc} et 50^{cc}.

» Les injections ont toujours été rapprochées par groupes. Entre chaque groupe, on laissait reposer le sujet. Les groupes d'injections produisaient une oscillation de la température centrale : celle-ci s'élevait peu à peu jusqu'à 1° au-dessus de la normale au fur et à mesure que les injections se multipliaient, puis elle revenait à l'initiale, en dépit de l'introduction de nouvelles doses de sérosité. La plupart des injections ne causaient pas de réaction locale; mais quelques-unes déterminaient un gonflement chaud, œdémateux, douloureux, qui, d'ordinaire, disparaissait entièrement au bout de quelques jours, d'autres fois était suivi d'une induration lente à se résorber; jamais elles n'ont produit de nécrose ou de séquestre.

» Somme toute, nous possédons actuellement un animal de l'espèce bovine qui tolère, dans son tissu conjonctif, des doses de sérosité virulente cent fois et même cinq cents fois plus fortes que la dose capable d'entraîner des tumeurs mortelles sur un sujet vierge.

» C'est de ce sujet que nous avons retiré le sérum qui fut essayé dans les circonstances suivantes.

» III. Une première expérience devait nous renseigner sur la valeur préventive du sérum de la génisse contre l'infection naturelle. A l'époque où ce sérum a été retiré, l'immunisation de la génisse était moins forte qu'elle ne l'est aujourd'hui.

» Dans ce but, six vaches bretonnes sont achetées dans le département du Morbihan et dans une région exempte de péripneumonie. Elles sont transportées aux environs de Paris, dans une étable où la péripneumonie n'a jamais été constatée. Ces bêtes sont destinées à être introduites le lendemain dans un foyer de contagion. Mais, auparavant, elles sont divisées en trois lots : les vaches 1 et 2 recevront une seule injection sous-cutanée de sérum à la dose de 20^{cc}; les vaches 3 et 4 recevront aussi une injection avant leur introduction dans l'étable contaminée et, de plus, des injections successives pendant toute la durée du séjour dans le milieu infectieux; les vaches 5 et 6 seront exposées intactes à la contagion.

» L'expérience a duré quatre mois. Au bout d'un mois et demi, la vache témoin n° 6 contracta la péripneumonie. Au bout de deux mois et demi, la vache n° 1 ayant reçu une seule injection de sérum devint malade à son tour. Malheureusement, l'infection naturelle borna là ses ravages; aucune des autres vaches n'a été contaminée,

ainsi que l'examen nécropsique ultérieur l'a démontré. Si la majorité des animaux soumis à l'action du sérum a échappé à la contagion, on trouve également une bête indemne parmi les deux témoins.

» L'expérience n'est donc pas concluante, et, depuis qu'elle a été faite, nous n'avons pas rencontré d'occasion propice pour la répéter. Par conséquent, sur la question de l'immunisation temporaire contre l'infection naturelle par le sérum d'une génisse vaccinée, nous sommes tenus à une grande réserve.

» IV. La seconde expérience devait nous renseigner sur la valeur préventive du sérum contre les effets mortels de la sérosité pulmonaire virulente, injectée dans les mailles du tissu conjonctif. Par la manière dont elle a été conduite, elle peut aussi nous renseigner, dans une certaine mesure, sur la valeur curative du sérum immunisé.

» Cette expérience a porté sur six vaches bretonnes, qui toutes ont reçu une forte dose de sérosité péripneumonique ($2^{cc}\frac{1}{2}$) sous la peau de l'encolure. Mais il avait été convenu que les vaches 1 et 2 recevraient préalablement une injection de 10^{cc} de sérum, que les vaches 3 et 4 recevraient préalablement quatre injections semblables, et que les n°s 5 et 6 recevraient une injection avant l'inoculation virulente et trois au cours de la période silencieuse qui s'écoule habituellement entre cette dernière et l'apparition de la tumeur spécifique.

» Vingt jours francs ont séparé la première injection de sérum de l'inoculation de la sérosité virulente. Comme la dose de sérosité employée à l'inoculation était relativement très forte, la tuméfaction locale s'est montrée presque immédiatement, mais son évolution a été différente suivant les animaux.

» Sur les sujets 1 et 2, elle prit rapidement une grande extension, si bien que, douze jours après l'inoculation, pour l'un, et quatorze jours, pour l'autre, on se décida à sacrifier les malades dont la vie était sérieusement menacée. Chez la vache n° 2, la tumeur locale s'accompagnait d'un gonflement mou et douloureux de l'articulation fémoro-tibiale droite.

» Sur les sujets 3 et 4, les suites de l'inoculation virulente n'eurent pas les mêmes conséquences. On crut devoir abattre le n° 4, dont la tumeur était très étendue et dont l'état général était devenu très grave. Quant au n° 3, après avoir donné de vives inquiétudes, il finit par se rétablir. La tumeur se circonscrivit et se transforma en un abcès.

» Les sujets 5 et 6 surmontèrent tous les deux des accidents locaux très sérieux. Après avoir manifesté des tendances envahissantes, les tumeurs se délimitèrent à leur pourtour, s'ouvrirent dans quelques points de leur surface, d'où elles laissèrent échapper des fragments de tissus nécrosés. Seulement, malgré ces bruyantes réactions locales, l'état général des sujets 5 et 6 ne cessa jamais d'être satisfaisant.

» Il n'est pas douteux que, dans cette expérience, nous ayons obtenu des effets préventifs et même curatifs, mais au prix de plusieurs injections et surtout d'injections faites pendant la période latente et l'évolution des tumeurs spécifiques. Si faible que soit la manifestation de ces effets, elle permet de compter sur un résultat meilleur, lorsque nous pourrons employer un sérum plus immunisant.

» V. Disons donc, en terminant, que si nous ne pouvons pas affirmer aujourd'hui la possibilité de créer une immunité passive capable de prévenir temporairement l'infection naturelle dans un milieu où sévit la péripneumonie contagieuse, nous nous croyons en mesure d'avancer que le sérum sanguin d'un sujet immunisé contre la péripneumonie nous est un moyen préventif ou curatif d'atténuer les inconvénients de l'inoculation willemsienne.

» Les expériences relatées dans cette Note ont été faites avec le concours de M. Galibert et de M. Mestre, vétérinaires sanitaires du département de la Seine, à qui nous adressons nos vifs remercîments. »

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, la deuxième édition du « Traité de Physique élémentaire », de M. *Ed. Branly*. (Présenté par M. de Lapparent.)

M. le **Ministre des Affaires étrangères** informe l'Académie, par l'entremise de M. le Ministre de l'Instruction publique, que le « Cercle industriel agricole et commercial » de Milan a décidé d'offrir une médaille d'or à l'inventeur du meilleur appareil, ou à la personne qui fera connaître la mesure la plus efficace, contre les accidents du travail des ouvriers électriciens. Le concours ouvert à cet effet est international.

M. le **Ministre des Affaires étrangères** communique le Rapport suivant du Consul général de France à Smyrne, sur un tremblement de terre survenu dans cette ville et en Anatolie, dans la nuit du 19 au 20 septembre dernier :

» Une violente secousse de tremblement de terre a été ressentie à Smyrne et en

Anatolie, cette nuit, à 4^h : le mouvement a eu une durée de quarante-cinq secondes, et il était accompagné de bruits souterrains.

» Ainsi que l'indique le graphique que Votre Excellence trouvera ci-joint et dont je dois la communication aux RR. PP. Lazaristes, les lignes de plus longue amplitude du trouble sismique s'inscrivent dans le sens nord-est-sud-ouest, alors que de nombreux enregistrements suivent une direction plus voisine de nord-sud. Au commencement du phénomène, des secousses, qui correspondraient à un mouvement vertical, ont été remarquées par un certain nombre de personnes.

» Les dégâts, pour Smyrne, se bornent à la chute de quelques pans de mur dans les quartiers de Mortakia : aucun accident de personne n'est à déplorer.

» Il n'en est pas de même, malheureusement, en ce qui concerne beaucoup de localités de l'intérieur. Si le tremblement de terre a été ressenti sans accident sur la côte d'Anatolie et dans les îles, ses conséquences ont été désastreuses dans la vallée du Méandre. D'après les renseignements parvenus à la direction du chemin de fer d'Aïdin, renseignements confirmés en grande partie par des informations de source officielle, le tremblement de terre de septembre 1899 aura été un des plus violents que l'on ait eu à enregistrer dans ce pays : à Aïdin même, les maisons écroulées ne se comptent pas. Une partie de la ville est détruite, le nombre des cadavres trouvés sous les décombres est de plus de vingt-cinq, alors que les recherches ne font que commencer. En remontant le cours du Méandre, on signale à Nazli vingt morts et quantité d'immeubles endommagés; à Ortakché, la ville est complètement ruinée; le nombre des victimes serait de cent personnes. Seraïkeny, Denizli ont également souffert, sans que l'on puisse, jusqu'à présent, se rendre compte du nombre d'individus qui ont perdu la vie dans la catastrophe. L'incendie est venu généralement rendre celle-ci plus terrible : ses conséquences se feront vivement sentir, à une époque où toute la population valide doit consacrer son activité à la rentrée des récoltes dans la région qui vient d'être si cruellement éprouvée. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Giacobini (29 septembre 1899), faites à l'observatoire d'Alger, à l'équatorial coudé de* $0^m,316$ *d'ouverture,* par MM. **Rambaud** et **Sy**, présentées par M. Lœwy.

Dates. 1899.	Étoiles.	Comète. — Étoile. Ascension droite.	Comète. — Étoile. Déclinaison.	Nombre de compar.	Observ.
Octobre 2....	*a*	$-0^m.42^s,07$	$+3'.37'',4$	12:12	S
2....	*a*	$-0.41,08$	$+3.50,5$	12:12	R
4....	*b*	$-2.36,84$	$+16.37,2$	12: 8	R
4....	*b*	$-2.35,73$	$+16.54,6$	12: 8	S

Positions des étoiles de comparaison.

Dates. 1899.	★	Ascens. droite moyenne 1899,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1899,0.	Réduction au jour.	Autorités.
Oct. 2..	*a*	16ʰ33ᵐ 6ˢ,56	+ 2ˢ,77	— 4°23′22″,0	— 0″,9	$\frac{1}{2}$[Munich₁, nº 12824 + Radcliffe₃, nº 4321.
4..	*b*	16.37.52,97	+ 2,76	— 3.57.30,7	— 0,4	$\frac{1}{3}$[Schj., nº 5918 + Munich₁, nº 12948 + Radcliffe₃, nº 4346]

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1899.	Temps moyen d'Alger.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.
Oct. 2......	7ʰ16ᵐ28ˢ	16ʰ32ᵐ27ˢ,26	$\bar{1}$,574	— 4°19′45″,5	0,747
2......	7.32.49	16.32.28,25	$\bar{1}$,597	— 4.19.32,4	0,745
4......	7.27.23	16.35.18,89	$\bar{1}$,596	— 3.40.53,9	0,742
4......	7.49. 2	16.35.20,00	$\bar{1}$,623	— 3.40.36,5	0,738

GÉOMÉTRIE. — *Sur un problème relatif aux congruences de droites.* Note de M. E. GOURSAT, présentée par M. Darboux.

« Dans une Note récente (*Comptes rendus*, 24 juillet 1899; p. 201), M. Demoulin a proposé la question suivante, due à M. Bricard : *Établir entre deux droites la correspondance la plus générale telle que, si l'une d'elles engendre une congruence de normales, il en soit de même de l'autre.* La solution de ce problème, que je vais indiquer succinctement, offre une application intéressante de la théorie des transformations de contact.

» Soient (u_1, u_2, u_3, u_4) les coordonnées d'une droite; si ces coordonnées sont fonctions de deux paramètres variables ρ, ρ_1, la droite décrira une congruence. En choisissant convenablement les coordonnées u_1, u_2, u_3, u_4, la condition pour qu'une droite engendre une congruence de normales est la suivante : $u_1 du_2 + u_3 du_4$ *doit être une différentielle exacte.* Par exemple, si l'on écrit les équations d'une droite

$$x = a + \frac{\alpha z}{\sqrt{1-\alpha^2-\beta^2}},$$

$$y = b + \frac{\beta z}{\sqrt{1-\alpha^2-\beta^2}},$$

cette droite engendrera une congruence de normales, pourvu que

$$\alpha\, da + \beta\, db$$

soit une différentielle exacte. Cette condition ne changeant pas quand on permute a et α, b et β, on en déduit immédiatement une transformation particulière répondant à la question.

» Le problème proposé par M. Bricard conduit donc au problème suivant d'Analyse : *Trouver toutes les transformations*

$$(1)\qquad \begin{cases} X = f_1(x, y, p, q), & Y = f_2(x, y, p, q), \\ P = \varphi_1(x, y, p, q), & P_2 = \varphi_2(x, y, p, q), \end{cases}$$

telles que $P\,dX + Q\,dY$ *soit une différentielle exacte toutes les fois que* $p\,dx + q\,dy$ *est une différentielle exacte* (on suppose, bien entendu, que x, y, p, q sont remplacées par des fonctions de deux paramètres variables ρ, ρ_1).

» Un calcul élémentaire montre que les conditions nécessaires et suffisantes pour qu'il en soit ainsi sont exprimées par les cinq relations

$$(2)\qquad \begin{cases} \dfrac{D(X, P)}{D(x, y)} + \dfrac{D(Y, Q)}{D(x, y)} = 0, \qquad \dfrac{D(X, P)}{D(x, q)} + \dfrac{D(Y, Q)}{D(x, q)} = 0, \\ \dfrac{D(X, P)}{D(y, p)} + \dfrac{D(Y, Q)}{D(y, p)} = 0, \qquad \dfrac{D(X, P)}{D(p, q)} + \dfrac{D(Y, Q)}{D(p, q)} = 0, \\ \dfrac{D(X, P)}{D(x, p)} + \dfrac{D(Y, Q)}{D(x, p)} = \dfrac{D(X, P)}{D(y, q)} + \dfrac{D(Y, Q)}{D(y, q)}; \end{cases}$$

on déduit aisément des formules (2) que l'on a une identité de la forme

$$(3)\qquad P\,dX + Q\,dY = A(p\,dx + q\,dy) + df,$$

A étant une constante, et $f(x, y, p, q)$ une fonction quelconque de x, y, p, q. Si l'on pose maintenant

$$(4)\qquad Z = Az + f(x, y, p, q),$$

l'identité (3) devient

$$(5)\qquad dZ - P\,dX - Q\,dY = A(dz - p\,dx - q\,dy),$$

et par conséquent les formules (1) et (4) définissent *une transformation de contact en* (x, p). La réciproque est évidente.

» On voit donc qu'*à toute transformation de contact en* (x, p) *de l'espace à trois dimensions correspond un mode de correspondance entre deux droites qui*

change toute congruence de normales en une nouvelle congruence de normales, et réciproquement.

» Comme on connaît toutes les transformations de contact en (x, p), on a par là même la solution analytique complète de la question proposée par M. Bricard. En supposant $A = -1$, ce qui revient à changer X en $-AX$, et Y en $-AY$, les formules qui donnent X, Y, P, Q en fonction de x, y, p, q ont l'une des trois formes suivantes :

» Première forme :

$$\frac{\partial F}{\partial x} = p, \quad \frac{\partial F}{\partial y} = q, \quad \frac{\partial F}{\partial X} = P, \quad \frac{\partial F}{\partial Y} = Q, \tag{6}$$

$F(x, y, X, Y)$ étant une fonction arbitraire des quatre variables x, y, X, Y;

» Deuxième forme :

$$\left\{\begin{array}{l} \dfrac{\frac{\partial F}{\partial x} - p}{\frac{\partial F_1}{\partial x}} = \dfrac{\frac{\partial F}{\partial y} - q}{\frac{\partial F_1}{\partial y}} = \dfrac{\frac{\partial F}{\partial X} - P}{\frac{\partial F_1}{\partial X}} = \dfrac{\frac{\partial F}{\partial Y} - Q}{\frac{\partial F_1}{\partial Y}}, \\ F_1(x, y, X, Y) = 0, \end{array}\right. \tag{7}$$

$F(x, y, X, Y)$ et $F_1(x, y, X, Y)$ étant deux fonctions arbitraires;

» Troisième forme :

$$\left\{\begin{array}{l} X = f_1(x, y), \qquad Y = f_2(x, y), \\ \dfrac{\partial f_3}{\partial x} = p + P\dfrac{\partial f_1}{\partial x} + Q\dfrac{\partial f_2}{\partial x}, \qquad \dfrac{\partial f_3}{\partial y} = q + P\dfrac{\partial f_1}{\partial y} + Q\dfrac{\partial f_2}{\partial y}, \end{array}\right. \tag{8}$$

$f_1(x, y)$, $f_2(x, y)$, $f_3(x, y)$ étant trois fonctions arbitraires des deux variables x et y. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur la classification des groupes projectifs de l'espace à n dimensions.* Note de M. **F. Marotte**, présentée par M. Darboux.

« I. Dans ma Thèse de doctorat (*Annales de la Faculté des Sciences de Toulouse*, 1898), j'ai montré comment on pouvait trouver de la façon la plus simple le groupe de rationalité d'une équation différentielle linéaire, d'ordre inférieur ou égal à quatre.

» Ma méthode était basée, pour les équations du quatrième ordre, sur le théorème suivant :

» *Les groupes projectifs de l'espace à trois dimensions se partagent en deux catégories :*

» *La première comprend les groupes qui laissent invariable une multiplicité ponctuelle. Dans ce cas, ils laissent aussi invariable ou un point, ou une droite, ou un plan, ou une cubique gauche, ou une quadrique non dégénérée.*

» *La deuxième comprend seulement le groupe d'un complexe linéaire et le groupe projectif général.*

» Cet énoncé, que j'avais déduit des résultats obtenus par M. Lie, fait connaître les plus grands sous-groupes de l'espace à trois dimensions. J'ai montré (*loc. cit.*) comment la simplicité des invariants différentiels caractéristiques de chacun de ces groupes permettait l'étude des cas de réduction d'une équation linéaire donnée.

» II. On ne pouvait songer, pour étendre ces recherches à l'espace à n dimensions, à employer la méthode de M. Lie. Il fallait trouver un procédé direct, basé sur un caractère simple et essentiel.

» Je le trouvai dans le fait que les figures géométriques énumérées plus haut : point, droite, plan, cubique gauche, quadrique non dégénérée, complexe linéaire, n'ont, *au point de vue projectif, aucune singularité*. D'une façon générale, je puis énoncer le principe suivant :

» *Si une figure géométrique* M_1, *ponctuelle ou non, reste invariable par un groupe projectif* G, *l'ensemble de ses éléments singuliers forme une multiplicité* M_2, *invariable par le groupe* G. Ainsi, lorsqu'une courbe reste invariable par un groupe projectif, l'ensemble de ses points doubles, de ses points d'inflexion reste aussi invariable par ce groupe.

» Appliquons la même remarque à la multiplicité M_2, au cas où elle existe, et ainsi de suite. Nous arriverons nécessairement à une multiplicité M_p, *sans éléments singuliers*, qui reste invariable par le groupe G.

» *Nous sommes donc ramenés à chercher les multiplicités, ponctuelles ou non, sans éléments singuliers.*

» Il est curieux de constater que cette simple restriction limite étroitement, et d'une façon définitive, le champ des recherches. Par exemple, les seules multiplicités ponctuelles sans singularités projectives de l'espace à trois dimensions sont le point, la droite, le plan, la cubique gauche, la quadrique non dégénérée; ce sont précisément les multiplicités que nous avons rencontrées plus haut.

» III. L'application systématique du principe énoncé permet d'obtenir

une classification des groupes projectifs de l'espace à n dimensions R_n. Je me bornerai ici à l'étude des groupes continus qui laissent invariable une multiplicité ponctuelle, réservant pour une prochaine Communication l'étude des autres groupes.

» *a. Tout groupe projectif, qui laisse invariable une multiplicité ponctuelle, laisse aussi invariable une multiplicité ponctuelle algébrique.*

» *b. Toute multiplicité ponctuelle algébrique, invariable par un groupe projectif, est unicursale, ou bien est décomposable en multiplicités unicursales, séparément invariables par le même groupe.*

» *c. Les multiplicités unicursales de* R_n *qui n'ont pas de singularités projectives sont :*

» *Les multiplicités planes à* 0, 1, 2, ..., $n-1$ *dimensions;*

» *Les multiplicités unicursales de degré minimum* M^p_{n+1-p} *de degré* p *et à* $n+1-p$ *dimensions.* (*Certaines de ces multiplicités peuvent avoir des singularités projectives.*)

» *d. Tout groupe projectif de* R_n, *qui laisse invariable une multiplicité ponctuelle, laisse aussi invariable une au moins des multiplicités énumérées en c.*

» *e. Ces multiplicités admettent effectivement un groupe projectif.*

» IV. Pour mieux préciser le sens de ces énoncés, cherchons ce qu'ils deviennent pour l'espace à quatre dimensions R_4.

» Tout groupe projectif de R_4, qui laisse invariable une multiplicité ponctuelle, laisse aussi invariable ou une multiplicité plane, ou l'une des multiplicités M^2_3, M^3_2, M^4_1, à trois, deux et une dimensions, et respectivement de degrés deux, trois et quatre.

» Ces trois dernières multiplicités admettent respectivement des groupes projectifs à 10, 6 et 3 paramètres.

» Ajoutons que la multiplicité M^3_2, à deux dimensions et de degrés trois, est une multiplicité réglée, dont toutes les génératrices présentent une droite singulière qui, par suite, reste invariable par le groupe qu'admet M^3_2. Notre énoncé devient donc :

» *Tout groupe projectif de* R_4, *qui laisse invariable une multiplicité ponctuelle, laisse aussi invariable ou une multiplicité plane, ou l'une des multiplicités* M^2_3, M^4_1.

» Ce résultat a déjà été obtenu par M. G. Kowalewski (*Leipziger Berichte*, p. 113; 1899), qui ajoute que le seul groupe projectif de R_n, qui ne laisse invariable aucune multiplicité ponctuelle, est le groupe projectif général.

» Ce dernier résultat peut aussi être obtenu par la méthode que j'indique ici; je le montrerai en m'occupant en général des groupes projectifs de l'espace à n dimensions qui ne laissent invariable aucune multiplicité ponctuelle. »

GÉOMÉTRIE. — *Théorème sur le nombre de racines d'une équation algébrique, comprises à l'intérieur d'une circonférence donnée.* Note de M. **Michel Petrovitch**, présentée par M. Hermite.

« Soit $F(x) = 0$ une équation algébrique de degré m, à racines réelles ou imaginaires, égales ou inégales. Soit ensuite C une circonférence donnée de rayon r, ayant l'origine pour centre. Décrivons de part et d'autre de C deux circonférences C_1 et C_2, ayant l'origine pour centre, de rayons respectifs r_1 et r_2 (avec $r_1 < r < r_2$), et telles que la couronne qu'elles limitent ne contienne aucune racine de $F(x) = 0$.

» Remarquons que la détermination de r_1 et r_2 pour r donné revient, par exemple, à la détermination d'une limite supérieure des racines négatives et d'une limite inférieure des racines positives d'une certaine équation algébrique.

» Soit n le plus petit nombre entier supérieur à la quantité toujours positive

$$(1) \qquad \frac{1}{2}\,\frac{\log(4m+1)}{\log\left(1+\dfrac{r_2-r_1}{r_2+r_1}\right)} - 1.$$

» Formons la transformée de $F(x) = 0$ en $x = t\sqrt{y}$ et soit

$$(2) \qquad \Phi(y, t) = 0$$

cette transformée. Formons ensuite la transformée de (2) en $y = \sqrt{z_1}$, puis la transformée de celle-ci en $z_1 = \sqrt{z_2}$, ensuite la transformée de cette dernière en $z_2 = \sqrt{z_3}$ et répétons cette opération jusqu'à la transformée d'ordre n, que nous désignerons par

$$(3) \qquad \Psi(z_n, t) = 0,$$

Ψ étant un polynome en z_n et t, de degré m en z_n.

» Désignons par λ_n le nombre qu'on obtient en posant

$$z_n = 1,\ t = \frac{r_1+r_2}{2},$$

dans la dérivée logarithmique de Ψ par rapport à z_n.

» On aura alors le théorème suivant :

» *Le nombre de racines de* $F(x) = 0$, *comprises à l'intérieur de la circonférence* C, *est égal à la partie entière du nombre* $\lambda_n + \frac{1}{2}$.

» En effet, l'équation (3) n'est autre que la transformée de $F(x) = 0$ en $x = t z^{\frac{1}{2(n+1)}}$; par suite, en désignant par α_i les racines de $F(x) = 0$, on aura

$$(4) \qquad \frac{1}{\Psi}\frac{\partial \Psi}{\partial z_n} = \sum_1^m \frac{1}{z_n - \left(\frac{\alpha_i}{t}\right)^{2(n+1)}};$$

d'où

$$(5) \qquad \lambda_n = \sum_1^m \frac{1}{1 - \left(\frac{\alpha_i}{R}\right)^{2(n+1)}},$$

où l'on a posé pour abréger

$$R = \tfrac{1}{2}(r_1 + r_2).$$

» Soient $1, 2, \ldots, p$ les indices des racines intérieures, $p+1, p+2, \ldots, m$ celles des racines extérieures à la circonférence C. Le nombre p de racines intérieures à C est égal au nombre de racines intérieures à la circonférence de rayon R.

» Soit d'abord α_1 une racine réelle intérieure. On aura

$$\frac{\alpha_1}{R} < \frac{r_1}{R} < 1;$$

d'où

$$(6) \qquad \frac{1}{1 + \left(\frac{r_1}{R}\right)^{2(n+1)}} < \frac{1}{1 - \left(\frac{\alpha_1}{R}\right)^{2(n+1)}} < \frac{1}{1 - \left(\frac{r_1}{R}\right)^{2(n+1)}}.$$

» Si α_1 et α_2 étaient deux racines intérieures imaginaires conjuguées, en désignant par ρ et $\pm\theta$ leur module et argument, on aurait

$$(7) \qquad \frac{1}{1 - \left(\frac{\alpha_1}{R}\right)^{2(n+1)}} + \frac{1}{1 - \left(\frac{\alpha_2}{R}\right)} = \frac{2\left[1 - \left(\frac{\rho}{R}\right)^{2(n+1)} \cos 2(n+1)\theta\right]}{1 - 2\left(\frac{\rho}{R}\right)^{2(n+1)} \cos 2(n+1)\theta + \left(\frac{\rho}{R}\right)^{4(n+1)}},$$

d'où l'on conclut facilement que

$$(8) \qquad \frac{2}{1 + \left(\frac{\rho}{R}\right)^{2(n+1)}} < \frac{1}{1 - \left(\frac{\alpha_1}{R}\right)^{2(n+1)}} + \frac{1}{1 - \left(\frac{\alpha_2}{R}\right)^{2(n+1)}} < \frac{2}{1 - \left(\frac{\rho}{R}\right)^{2(n+1)}}.$$

» D'autre part, on a

$$\frac{\rho}{R} < \frac{r_1}{R} < 1,$$

et, par suite, (8) devient

$$(9)\qquad \frac{2}{1+\left(\frac{r_1}{R}\right)^{2(n+1)}} < \frac{1}{1-\left(\frac{\alpha_1}{R}\right)^{2(n+1)}} + \frac{1}{1-\left(\frac{\alpha_2}{R}\right)^{2(n+1)}} < \frac{2}{1-\left(\frac{r_1}{R}\right)^{2(n+1)}}.$$

» Les inégalités (6) et (11) montrent que

$$(10)\qquad \frac{p}{1+\left(\frac{r_1}{R}\right)^{2(n+1)}} < \sum_1^p \frac{1}{1-\left(\frac{\alpha_i}{R}\right)^{2(n+1)}} < \frac{p}{1-\left(\frac{r_1}{R}\right)^{2(n+1)}}.$$

» Envisageons maintenant les racines extérieures. Pour une telle racine réelle α_k on a

$$\frac{\alpha_k}{R} > \frac{r_2}{R} > 1,$$

d'où

$$(11)\qquad \frac{1}{1-\left(\frac{r_1}{R}\right)^{2(n+1)}} < \frac{1}{1-\left(\frac{\alpha_k}{R}\right)^{2(n+1)}} < 0.$$

» Pour deux racines extérieures, imaginaires conjuguées α_k et α_{k+1} on a, en désignant par ρ leur module

$$(12)\qquad \frac{2}{1-\left(\frac{r_2}{R}\right)^{2(n+1)}} < \frac{1}{1-\left(\frac{\alpha_k}{R}\right)^{2(n+1)}} + \frac{1}{1-\left(\frac{\alpha_{k+1}}{R}\right)^{2(n+1)}} < \frac{2}{1+\left(\frac{r_2}{R}\right)^{2(n+1)}},$$

et, par suite, d'après (11) et (12),

$$(13)\qquad \frac{m-p}{1-\left(\frac{r_2}{R}\right)^{2(n+1)}} < \sum_{p+1}^m \frac{1}{1-\left(\frac{\alpha_i}{R}\right)^{2(n+1)}} < \frac{m-p}{1+\left(\frac{r_2}{R}\right)^{2(n+1)}}.$$

» De (5), (10) et (13) on tire

$$\frac{p}{1+\left(\frac{r_1}{R}\right)^{2(n+1)}} + \frac{m-p}{1-\left(\frac{r_2}{R}\right)^{2(n+1)}} < \lambda_n < \frac{p}{1-\left(\frac{r_1}{R}\right)^{2(n+1)}} + \frac{m-p}{1+\left(\frac{r_2}{R}\right)^{2(n+1)}},$$

ou encore

$$(14)\qquad p-\varepsilon < \lambda_n < p+\eta,$$

avec

$$(15)\qquad \left\{\begin{aligned} \varepsilon &= \frac{p\left(\frac{r_1}{R}\right)^{2(n+1)}}{1+\left(\frac{r_1}{R}\right)^{2(n+1)}} + \frac{m-p}{\left(\frac{r_2}{R}\right)^{2(n+1)}-1},\\ \eta &= \frac{p\left(\frac{r_1}{R}\right)^{2(n+1)}}{1-\left(\frac{r_1}{R}\right)^{2(n+1)}} + \frac{m-p}{\left(\frac{r_2}{R}\right)^{2(n+1)}+1}.\end{aligned}\right.$$

» Or on s'assure facilement que, n étant choisi comme il est dit, chaque terme des seconds membres de (15) est positif et plus petit que $\frac{1}{4}$; par suite on aura

$$\varepsilon < \tfrac{1}{2}, \qquad \eta < \tfrac{1}{2},$$

ou bien, d'après (14),

$$p - \tfrac{1}{2} < \lambda_n < p + \tfrac{1}{2},$$

ou encore

$$\lambda_n - \tfrac{1}{2} < p < \lambda_n + \tfrac{1}{2},$$

ce qui démontre le théorème énoncé.

» Si λ_n était exactement égal à $k + \frac{1}{2}$, où k est un entier, le nombre p sera égal à k ou bien à $k+1$; on le décidera en prenant λ_{n-1} au lieu de λ_n. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les réactions d'induit des alternateurs.* Note de M. **A. Blondel**, présentée par M. Potier.

« On considérera, pour préciser, le cas des alternateurs polyphasés, également chargés dans leurs différents circuits, et l'on supposera, comme d'habitude, les forces électromotrices et les courants comme suivant sensiblement la loi harmonique. Si l'on néglige les petites pulsations du flux de réaction de l'induit, le flux est sensiblement constant et fixe dans l'espace. Une partie se ferme à travers les inducteurs et le reste par les pièces polaires; j'appellerai la première *flux direct* et la seconde *flux transversal*.

» Quand le circuit parcouru par le courant de l'alternateur ne présente aucune self-induction (cas qu'on peut réaliser pratiquement en le faisant débiter sur des résistances sans induction, mais avec un peu de capacité qui compense la self-induction intérieure), le courant est en phase avec la force électromotrice, la polarité de l'induit se trouve la même que dans une dynamo à courant continu dont les balais ne sont pas décalés et, par conséquent, tout le flux se ferme *transversalement* le long de l'entrefer sans pénétrer dans les noyaux inducteurs. Au contraire, lorsque le circuit est fermé sur des self-inductions très grandes, de façon que les courants soient décalés de $\frac{\pi}{2}$ par rapport aux forces électromotrices induites, tout se passe comme dans une machine à courant continu dans laquelle on aurait décalé le diamètre de commutation de $\frac{1}{4}$ du pas (longueur d'un double champ inducteur); il n'y a donc plus du tout de réaction transversale (sauf les fuites dont on parlera tout à l'heure) et tout le flux tend à se fermer par les inducteurs; la réaction est *directe*.

» Le fondement très simple de ma théorie est la proposition suivante : *Pour tout décalage intermédiaire ψ, la réaction de l'induit peut être considérée comme la résultante d'une réaction directe due au courant déwatté et d'une réaction transversale due au courant watté.* Cela résulte immédiatement de notre hypothèse de la loi harmonique, car, d'après celle-ci, tout courant efficace I décalé de ψ par rapport à la force électromotrice est égal à la résultante d'un courant $I\cos\psi$ en phase avec la force électromotrice (ou watté) et d'un courant $I\sin\psi$ en quadrature (ou déwatté). D'après les remarques précédentes, le premier donne un flux transverse et le second un flux opposé.

» Il y a en outre à tenir compte des fuites magnétiques, c'est-à-dire des lignes de force qui se ferment directement dans l'air sans traverser ni les pièces polaires, ni les inducteurs. Elles sont sensiblement indépendantes du décalage des courants, car leur intensité est très faible dès qu'on s'éloigne de la surface de l'induit et de l'entrefer. On peut donc, sans erreur sensible, admettre qu'elles produisent un champ proportionnel aux courants et en phase avec eux ; l'axe de ce champ se confond avec celui de la réaction transversale quand le décalage est nul et il se déplace proportionnellement au décalage.

» Ces réactions étant définies qualitativement, il y a encore deux façons de les exprimer numériquement : par des coefficients de self-induction ou par des forces magnétomotrices.

» Le premier système peut être appliqué tant que les inducteurs et l'induit sont loin de la saturation, car alors retrancher le flux induit du flux inducteur équivaut à retrancher les ampères-tours.

» On appellera donc

λ un coefficient de self-induction transversale correspondant au cas des courants wattés ;

λ' un coefficient de self-induction directe analogue, mais différent numériquement, correspondant au cas de courants déwattés ;

s un coefficient de self-induction de fuites, représentant l'effet de l'ensemble des fuites magnétiques.

» L'équation différentielle du courant i dans l'induit en fonction de la force électromotrice e et de la tension aux bornes u qui, dans la théorie de M. Joubert, s'écrit

$$e - u = ri + l\frac{di}{dt},$$

deviendra plus rigoureusement

$$e - u = ri + \lambda\frac{di}{dt}\cos\psi + \lambda'\frac{di}{dt}\sin\psi + s\frac{di}{dt},$$

ou, en notations vectorielles, en posant $\frac{2\pi}{T} = \omega$

$$\left[\overline{E} = \overline{rI} + \overline{\omega\lambda I}\cos\psi + \overline{\omega\lambda' I}\sin\psi + \overline{\omega s I}\right].$$

» Les vecteurs $\omega\lambda I\cos\psi$, $\omega\lambda' I\sin\psi$ et $\omega s I$ étant respectivement décalés de $\frac{\pi}{2}$ par rapport aux courants $I\cos\psi$, $I\sin\psi$ et I. Cette formule contient donc un terme

$$\omega\lambda' I\cos\psi$$

qu'a oublié l'école de Kapp.

» On peut écrire plus simplement, en décomposant le dernier terme en ses deux composantes et les ajoutant respectivement aux deux réactions principales, c'est-à-dire en posant

$$l = \lambda + s,$$
$$l' = \lambda' + s,$$
$$\left[E = \overline{rI} + \overline{\omega l I\cos\psi} + \overline{\omega l I'\sin\psi}\right].$$

» Autrement dit, *la réaction d'induit d'un alternateur doit être définie, en général, par deux coefficients de self-induction, ou par trois si l'on veut mettre les fuites à part.*

» Dans bien des alternateurs l et l' sont peu différents, et l'on peut alors se contenter de la première approximation de M. Joubert; dans beaucoup d'autres la différence est notable par suite des conditions de la construction telles que : étroitesse de pôles, entrefer supplémentaire dans le circuit inducteur, etc.; dans tous, la saturation des inducteurs amène une inégalité croissante de l et l' parce que la perméabilité diminue dans les noyaux et par suite aussi λ' et l' décroissent, tandis que, la réluctance du circuit transversal se réduisant dans un alternateur sensiblement à celle de l'entrefer qui est constante [1], λ et l sont constants (s ne varie pas).

» Cette variation de l' nous conduit pour les machines saturées à considérer *pour la réaction directe* dans le circuit inducteur des *forces magnétomotrices* au lieu d'employer un coefficient de self-induction. On caractérisera dans ce but l'induit par un nombre d'ampères-tours équivalent à la force magnétomotrice que produisent les courants déwattés. Si l'on appelle N le nombre de fils périphériques sur l'induit dans la largeur d'un champ double, I l'intensité efficace des courants polyphasés, le nombre d'ampères-

---

(1) Vu les faibles inductions employées dans les induits de machines à courants alternatifs, pour éviter de trop grands échauffements, on peut considérer que les inducteurs seuls peuvent arriver à la saturation.

tours équivalent a pour expression

$$K \frac{N}{2} I \sqrt{2},$$

K étant un coefficient convenable, dont j'ai donné ailleurs des valeurs, ou mieux un coefficient calculé d'après les enroulements, en plaçant l'induit dans sa position de courant déwatté.

» Quant aux coefficients l et s, ils se déduisent eux-mêmes d'un calcul des forces magnétomotrices le long de l'induit, placé, soit dans l'air seul, (pour s), soit dans la position du courant watté (pour l) (¹). »

ÉLECTRICITÉ. — *Expériences de télégraphie sans fil, exécutées entre Chamonix et le sommet du mont Blanc.* Note de MM. **Jean** et **Louis Lecarme**, présentée par M. de Lapparent.

« Aucune démonstration satisfaisante n'ayant encore établi que la télégraphie sans fil fût possible entre deux points d'altitude différente et dans les hautes régions atmosphériques, nous avons procédé, du 15 au 25 août 1899, à des expériences entre Chamonix et le mont Blanc.

» Le poste transmetteur (observatoire Vallot, station de Chamonix, altitude 1000^m) et le poste récepteur (observatoire Vallot, station des Bosses, altitude 4350^m) sont distants de 12^{km} environ à vol d'oiseau : la différence de niveau est de 3350^m. Quant à la nature du sol entre ces deux points, on ne trouve que des micaschistes, dont la partie supérieure est entièrement recouverte de glace, sauf à l'emplacement de l'observatoire, et la partie inférieure de moraines et d'alluvions.

» Le but des expériences était de savoir : 1° si la télégraphie sans fil est pratiquement possible en montagne; 2° si l'électricité atmosphérique ne nuirait pas aux communications; 3° si le rôle du fil de terre persiste malgré l'absence d'eau à l'état liquide sur le sol; 4° nous avions également l'intention d'étudier des orages situés à de grandes distances, mais le temps ne nous a pas été favorable.

» *Poste transmetteur. Station de Chamonix.* — Le poste transmetteur se compo-

(¹) Ces diverses questions seront étudiées avec plus de détails dans un prochain Mémoire publié dans *l'Industrie électrique*.

sait d'un transformateur à haute tension (1), actionné directement par le courant continu d'une dynamo de 50 volts, interrompu par un trembleur de Neef. Un manipulateur à contacts de platine permettait d'envoyer à volonté le courant dans le primaire du transformateur, qui donnait dans ces conditions des étincelles de 18^{cm} entre deux pointes. Cette longueur d'étincelle se trouvait réduite à 2^{cm} lorsque les pôles du transformateur étaient réunis, l'un au sol et l'autre au mât : celui-ci se composait d'un fil de cuivre de $2^{mm},5$ de diamètre, tendu obliquement à 30° environ sur une longueur de 25^{m}. Nous avons employé un oscillateur à boules de 2^{cm} de diamètre, fonctionnant dans l'air.

» *Poste récepteur. Station des Bosses* (4350^{m}). — Le poste récepteur (2) comprenait un radioconducteur à limaille d'or très sensible (3), une pile sèche ($E = 1^{volt},6$) et un relai télégraphique. Celui-ci commandait une sonnerie à un coup, un frappeur et un galvanomètre. Le frappeur était disposé de façon à interrompre automatiquement le courant traversant le radioconducteur, avant le choc; celui-ci se produisait de bas en haut sur le support du tube. Grâce à cette disposition, un faible choc suffisait pour décohérer la limaille et la sensibilité du radioconducteur demeurait identique pendant toute la durée des expériences. L'appareil ainsi disposé est sensible, sans mât ni fil de terre, à une étincelle de 1^{mm} de longueur (4) éclatant à une distance de 100^{m}. Le poste était placé à l'intérieur de l'observatoire et préservé de toute perturbation extérieure (5) par l'enveloppe de cuivre dont est revêtu le bâtiment. La mise au sol était établie par la communication avec les paratonnerres : le mât se composait d'un fil de fer isolé placé parallèlement à celui de Chamonix et tendu entre le refuge Vallot et un poteau planté dans la neige sur la paroi nord de la Grande-Bosse; ce fil était relié à l'observatoire par un conducteur isolé de 50^{m} de longueur. Les deux postes étaient visibles l'un de l'autre et des signaux optiques permettaient la vérification des expériences par le beau temps (6).

» *Résultats.* — 1° Les expériences ont eu lieu tous les jours à 11^{h} du matin jusqu'au 25 août (7). Les signaux n'ont été bien nets que pour un

(1) Ce transformateur provenait de la maison Séguy et était d'un fonctionnement parfait.

(2) Nous avons construit nous-mêmes ce poste, de façon à le rendre portatif et aussi léger que possible.

(3) Ce radioconducteur, que M. Branly avait eu l'obligeance de nous prêter, avait été parfaitement réglé par M. Gendron, son préparateur.

(4) Cette étincelle était, bien entendu, produite par une petite bobine donnant son maximum.

(5) Nous avons vérifié, pendant un violent orage au milieu duquel nous nous trouvions, que l'action de la foudre était nulle à l'intérieur de l'observatoire malgré les ouvertures dues aux fenêtres.

(6) Une tempête de neige nous ayant assaillis aussitôt notre arrivée à l'observatoire, nous n'avons pas pu placer le mât avant le 19 août.

(7) Mme et Mlle Vallot avaient bien voulu se charger d'exécuter les expériences à Chamonix pendant notre séjour au mont Blanc.

écartement des boules de l'oscillateur égal à 2^{cm}.

» 2° L'absence d'eau à l'état liquide n'a pas empêché les communications.

» 3° Des nuages interposés entre les deux postes n'ont pas empêché les signaux.

» 4° L'électricité atmosphérique, bien qu'ayant fait fonctionner l'appareil à plusieurs reprises, n'a pas produit une action capable de nuire à la télégraphie pratique.

» 5° Nous avons observé également que le fonctionnement de l'éclairage électrique à Chamonix agissait avec intensité sur l'appareil et que, pendant toute la durée de l'éclairage, il était impossible de communiquer. La lumière électrique est fournie par une dynamo à courants triphasés ($E = 2500^{volts}$); le circuit primaire étant fermé sur lui-même sans production d'étincelles, il nous semble possible d'opérer avec un autre dispositif que celui qui a été adopté par M. Marconi ([1]). »

ÉLECTRICITÉ. — *Ampoule radiographique à anticathode froide.* Note de MM. **Abel Buguet** et **Victor Chabaud**, présentée par M. Marey.

« On sait que les ampoules radiographiques s'échauffent vite au focus cathodique. La durée d'activité s'en trouve limitée de façon particulièrement regrettable lorsqu'on doit dépenser dans l'appareil une puissance considérable.

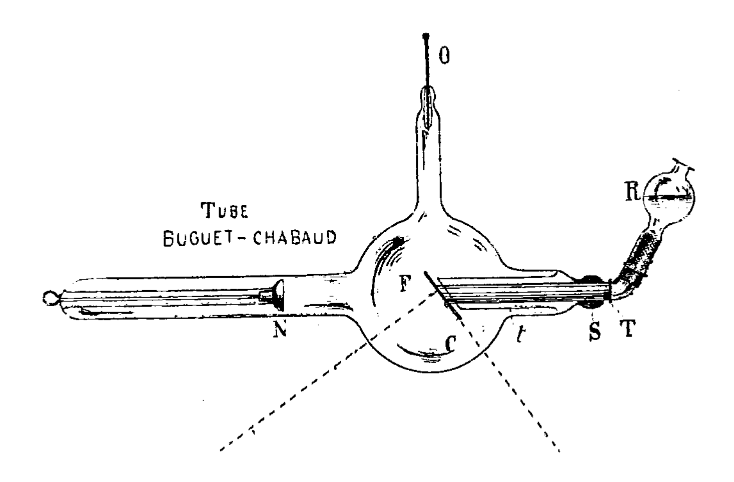
» L'un de nous a publié (*Journal de Physique élémentaire*, octobre 1896), le principe d'après lequel nous avons cherché à refroidir l'anticathode des tubes du type focus par une circulation de liquide froid. M. J. Lebreton, dans *Rayons cathodiques et Rayons X*, année 1896, publication 1897, décrit deux projets de tubes reposant sur le même principe. Ces tubes ne ressemblent en rien à celui qui est présenté aujourd'hui; ils sont de construction plus difficile et ne paraissent pas avoir été exécutés jusqu'ici.

» Le tube que nous avons l'honneur de présenter à l'Académie porte une anticathode faite d'un gros tube de platine soudé directement au verre de l'ampoule. Ce tube est entouré, jusqu'au centre de l'ampoule, d'un manchon de verre évitant l'action de l'induit inverse de la bobine sur le tube métallique.

([1]) Nous devons remercier ici M. Vallot d'avoir bien voulu mettre à notre disposition son observatoire pendant plus de quinze jours et de nous avoir permis, par là même, d'exécuter ces expériences.

» Le tube de platine est, à son extrémité interne, taillé en sifflet. Une lame de platine, soudée sur cette extrémité, la ferme hermétiquement.

» Une collerette métallique entoure le tube de platine à cette extrémité interne, arrêtant les rayons cathodiques étrangers au faisceau utile, qui pourraient atteindre le verre à l'arrière de la plage anticathodique.



» Enfin, un petit réservoir à eau est relié à l'extrémité extérieure du tube de platine.

» Dans le cas où l'on préférerait faire usage de circulation d'eau ou de mercure, il suffirait de remplacer le réservoir à eau par un dispositif de deux tubes concentriques, qu'on relierait à l'extrémité libre du tube de platine au moyen d'un caoutchouc, ou plus simplement par un bouchon muni de deux tubes dont l'un s'arrêterait à une faible distance du fond du tube de platine.

» En marche, les rayons cathodiques tombent sur la lame de platine obturatrice. Cette lame étant, par sa face postérieure, au contact immédiat de l'eau, ne saurait atteindre une température supérieure à celle de l'ébullition libre du liquide.

» L'appareil peut recevoir, sans que l'anticathode rougisse, les décharges des bobines les plus puissantes, actionnées par les interrupteurs les plus rapides, lors même qu'elles seraient capables de fondre en quelques secondes les anticathodes ordinaires.

» L'état de vacuité du tube ne subit aucune modification pendant le fonctionnement.

» On peut obtenir et maintenir la plus haute puissance de la source de rayons X en conservant au faisceau de radiations la composition qui convient à chaque application particulière de la radiographie ou de la radioscopie. Les tubes ordinaires ne peuvent supporter les grands débits que durant un temps souvent insuffisant pour les applications actuelles; et encore n'est-ce pas sans courir les plus grands dangers, et sans que la composition du faisceau de rayons X éprouve des changements souvent énormes, toujours fâcheux.

» M. le Dr Walter (*Fortschritte auf dem Gebiete der Röntgen Strahlen*,

t. II, fascicule 6; août 1899) décrit un tube à anticathode refroidie, mais différant du nôtre par les caractères suivants : 1° La soudure du platine au verre est à l'intérieur de l'ampoule de Crookes; 2° Le tube de platine est de faible section à l'endroit de sa soudure au verre (on sait que les soudures verre-métal présentent des difficultés qui croissent rapidement avec la section). L'anticathode n'est pas protégée et peut rayonner librement sous l'action de l'induit inverse. La connexion anodique est faite par un fil métallique qui traverse l'eau de réfrigération. Le tube du Dr Walter est du type bianodique. »

PHYSIQUE. — *Sur une nouvelle matière radio-active.* Note de M. **A. Debierne**, présentée par M. J. Violle (1).

» M. et Mme Curie (2) ont démontré que l'émission des rayons constatée dans la pechblende ne provenait pas seulement de l'uranium contenu dans ce minéral; et en examinant les différents corps qui y étaient contenus, ils ont conclu à la présence de deux nouveaux éléments radiants, le polonium et le radium beaucoup plus actifs que l'uranium.

» Le polonium se comporte comme un élément très voisin du bismuth, l'accompagnant dans toutes ses réactions chimiques, mais dont il se sépare lentement par des fractionnements répétés. Le radium a toutes les réactions chimiques du baryum et c'est seulement aussi par des fractionnements répétés qu'on peut observer une séparation.

» L'individualité de ces nouveaux éléments, d'abord seulement révélée par la radio-activité, a été confirmée, pour l'un d'eux, par l'observation d'un spectre distinct faite par M. Demarçay (3) avec du radium préparé par M. et Mme Curie. Il semble donc que la propriété d'émettre de telles radiations peut servir à rechercher et à caractériser des éléments chimiques.

» Sur les conseils de M. et Mme Curie, j'ai examiné s'il n'existait pas d'autres portions radiantes dans la pechblende, et mes recherches ont principalement porté sur les corps dont les solutions acides ne précipitent

(1) Travail fait au laboratoire de Chimie-Physique à la Sorbonne.
(2) *Comptes rendus*, juillet 1898 et décembre 1898.
(3) *Comptes rendus*, décembre 1898.

pas par l'hydrogène sulfuré, et précipitent complètement par l'ammoniaque ou le sulfhydrate d'ammoniaque.

» La matière qui m'a servi provenait d'une usine de traitement de minerais d'urane et était déjà presque complètement débarrassée d'urane. La quantité de produits radiants contenus dans cette matière paraissant être extrêmement faible, un premier travail a consisté à organiser le traitement d'une très grande quantité de matière, plusieurs centaines de kilogrammes, et à éliminer, aussi complètement que possible, les matières radiantes déjà connues (polonium et radium).

» La majeure partie du produit précipitant par l'ammoniaque était composée d'oxyde de fer et d'alumine; mais, à côté de ces corps, j'ai reconnu la présence d'un assez grand nombre d'autres qui s'y trouvaient en proportions très faibles. C'est ainsi que j'ai pu séparer de petites quantités de zinc, de manganèse, de chrome, de vanadium, d'uranium, de titane, de niobium, de tantale; les terres rares étaient également représentées, et j'ai pu caractériser le lanthane, le didyme, le cérium et les terres yttriques.

» La radio-activité, qui existait à un faible degré dans la masse brute du groupe précipitable par l'ammoniaque, se concentrait en certains points à mesure que l'on effectuait les séparations.

» J'ai ainsi constaté que la portion renfermant le titane et les corps analogues montrait la radio-activité à un degré très intense, et après un traitement assez compliqué, sur la nature duquel je reviendrai plus tard, j'ai obtenu une matière dont les solutions présentaient les principales propriétés analytiques du titane, mais qui émettait des rayons extrêmement actifs.

» La radio-activité d'une fraction de cette matière a pu être déterminée grossièrement comme *cent mille* fois plus grande que celle de l'uranium. De plus, cette matière a des propriétés chimiques tout à fait différentes de celles du radium et du polonium.

» Les radiations émises par cette matière sont tout à fait comparables à celles qui ont été déjà observées par M. et Mme Curie pour le polonium et le radium.

» Elles rendent les gaz capables de décharger les corps électrisés, elles excitent la phosphorescence du platinocyanure de baryum et impressionnent les plaques photographiques.

» La nouvelle matière se distingue cependant du radium en ce qu'elle n'est pas spontanément lumineuse : M. et Mme Curie [1] ont en effet con-

---

[1] *Société de Physique*, mars 1899. — *Revue de Chimie pure et appliquée*, juillet 1899.

staté que les composés du radium émettaient, dans l'obscurité, une lueur parfaitement distincte.

» Je me réserve de revenir prochainement sur cette matière radioactive. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur le poids atomique du bore.* Note de M. **Henri Gautier**, présentée par M. Henri Moissan.

« Le bore est de tous les métalloïdes celui dont le poids atomique est connu avec le moins de certitude, car peu de composés de cet élément se prêtent facilement à une détermination de ce genre.

» Les premières déterminations de ce poids atomique dues à Berzélius et à Laurent, de même que celle déduite par Dumas d'expériences antérieures de Wöhler et Deville, ne peuvent guère inspirer une confiance absolue en raison de la présence reconnue de petites quantités d'impuretés dans les produits qui ont servi à ces déterminations.

» Ce n'est que dans ces dernières années que la question fut reprise, en Angleterre, par Abrahall ([1]) tout d'abord. La méthode suivie par ce savant consistait à évaluer le poids d'argent nécessaire pour précipiter le brome dans un poids donné de bromure de bore. Mais le bromure dont il est parti renfermait certainement de l'acide bromhydrique d'après son mode de préparation (action du brome sur le bore amorphe de Wöhler et Deville); les recherches de M. Moissan ont, en effet, démontré que ce bore contenait toujours une certaine quantité d'hydrogène. Il en résulte que la valeur (10,84) donnée par Abrahall ([2]) doit être un peu faible.

» Nous devons enfin signaler, sur cette question, un très important Mémoire de William Ramsay et Mrs. Aston ([3]). Ces savants ont employé deux méthodes consistant l'une à déterminer l'eau de cristallisation dans le borax, l'autre à transformer un poids connu de borax déshydraté en chlorure de sodium par distillation de ce borax avec de l'acide chlorhydrique et de l'alcool méthylique. Ils sont ainsi arrivés au nombre 10,99.

([1]) *Journal of the Chemical Society*, t. LXI, p. 650.

([2]) La valeur (10,825) indiquée dans le Mémoire original a été recalculée par nous, d'après les poids atomiques de la Table publiée, en 1898, par Landolt, Ostwald et Seubert. Il en a été de même pour les poids atomiques suivants.

([3]) *Journal of the Chemical Society*, t. LXIII, p. 270.

» Or la détermination exacte du rapport du poids d'une certaine quantité de borax cristallisé au poids de son eau de cristallisation nous paraît présenter de très grosses difficultés pratiques. Il n'est pas facile d'obtenir du borax à 10 molécules d'eau qui n'ait pas subi la moindre efflorescence ou ne retienne un peu d'eau d'interposition, et sa déshydratation totale pour arriver à un produit de composition *constante* n'est pas non plus commode à réaliser. Il en résulte que, *a priori*, le borax ne semble pas le composé le mieux désigné pour conduire à une détermination exacte du poids atomique du bore.

» Nous avons donc pensé que cette question méritait d'être reprise, aujourd'hui surtout que les importantes recherches de M. Moissan sur la réduction de l'anhydride borique l'ont conduit à un procédé de préparation du bore amorphe pur. C'était là une matière première tout indiquée pour la préparation de quelques-uns de ses composés susceptibles d'être utilisés pour la détermination de son poids atomique.

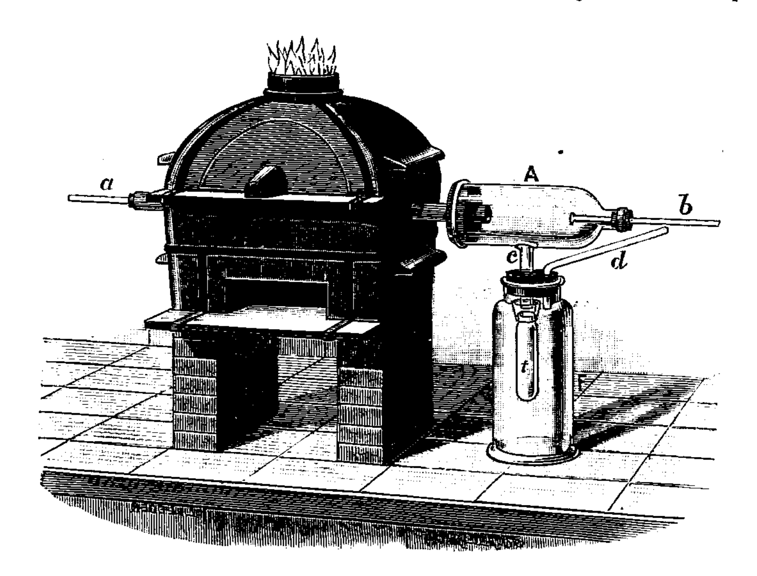
» Si tous les composés d'un élément étaient susceptibles d'être obtenus dans un état de pureté comparable et si, pour chacun d'eux, la détermination de sa composition pouvait être effectuée avec le même degré de précision, il est bien évident que les combinaisons les plus avantageuses à employer pour une détermination de poids atomique seraient celles dont le poids moléculaire, rapporté à l'atome de l'élément considéré, serait le plus faible. Dans le cas du bore, les composés à poids moléculaire peu élevé sont ceux dont la préparation ou l'analyse présente le plus de difficultés, de sorte qu'il est difficile de décider, *a priori*, quelle combinaison doit être préférée.

» La présente Note est relative à l'emploi de deux composés à faible poids moléculaire, le sulfure de bore et le borure de carbone.

» Le sulfure de bore a été préparé par l'action de l'acide sulfhydrique sec sur le bore amorphe également desséché et, pour éviter la formation du pentasulfure de bore indiqué par M. Moissan, nous avons opéré, non pas avec de l'acide sulfhydrique pur, mais avec un mélange d'acide sulfhydrique et d'hydrogène; la présence de ce dernier gaz retardait la dissociation de l'acide sulfhydrique sous l'influence de la chaleur; on empêchait d'ailleurs complètement la formation de pentasulfure en ayant le soin d'employer toujours le bore en grand excès. La vapeur d'eau devait être absolument évitée aussi bien pendant la préparation du sulfure que dans toute manipulation de ce composé, antérieure à sa pesée; les gaz étaient soigneusement desséchés et l'on avait donné à l'appareil (*fig.* 1) une disposition qui permît de recueillir le sulfure directement dans le tube où il devait être pesé. Ce tube *t* était suspendu à l'intérieur du

flacon F au-dessous de la tubulure par laquelle arrivait le sulfure, et le flacon F était relié à une éprouvette desséchante pour le préserver de l'humidité atmosphérique.

» Le sulfure de bore, pesé dans le tube *t* préalablement taré, était décomposé par une solution étendue de soude; la réaction terminée, on oxydait ensuite par l'eau de



brome et l'on précipitait par le chlorure de baryum. Les résultats que nous avons ainsi obtenus sont consignés dans le Tableau suivant :

B^2S^3.	SO^4Ba.	$\frac{B^2S^3}{3SO^4Ba}$.	Poids atomique du bore.
0,2754	1,6312	0,16883	11,032
0,3380	2,0004	0,16897	11,081
0,3088	1,8300	0,16874	11,000
0,2637	1,5614	0,16888	11,050

Moyenne..................... 11,041
Erreur probable............... ± 0,017

» Le borure de carbone a été préparé au four électrique par la méthode de M. Moissan, en chauffant du bore amorphe et du charbon de sucre en présence du cuivre. Après attaque du cuivre par l'acide azotique et élimination du bore et du carbone non combinés par une digestion prolongée avec un mélange d'acide azotique et de chlorate de potassium, il se présentait sous forme de cristaux noirs brillants de 1^{mm} à 2^{mm} de longueur.

» Pour analyser ce borure, nous l'avons décomposé par le chlore, et le carbone résidu a été pesé d'abord à l'état libre, puis ensuite à l'état d'acide carbonique. La grosse difficulté de cette analyse consistait à éviter soigneusement le contact du borure chauffé au rouge avec la moindre trace d'oxygène ou de vapeur d'eau. Nous y sommes

parvenu en employant du chlore liquide, desséché au préalable par un contact prolongé avec du chlorure de calcium récemment fondu. Le borure était chauffé dans une nacelle en porcelaine de Saxe placée dans un tube en porcelaine vernissée; les différentes parties de l'appareil étaient réunies par des soudures ou des joints au mastic Golaz et le tube n'était chauffé au rouge qu'après avoir été rempli de chlore sec par la méthode de Rudberg.

» Nous avons fait, de ce borure de carbone, deux analyses qui nous ont donné les résultats suivants :

B^6C.	CO^2.	$\frac{B^6C}{CO^2}$.	Poids atomique du bore.
0,2686	0,1515	1,77293	11,001
0,3268	0,1844	1,77224	10,994
Moyenne............................			10,997

» Dans une prochaine Communication nous discuterons ces résultats en même temps que nous les comparerons avec les déterminations relatives aux composés à poids moléculaire plus élevé. »

CHIMIE. — *Sur le carbonate de magnésium anhydre.* Note de M. **R. Engel.**

« Dans une étude antérieure sur les carbonates de magnésium, j'ai observé que, en chauffant le sesquicarbonate double de magnésium et de potassium dans des conditions convenables, ce composé laisse un mélange de carbonate neutre de potassium et de carbonate de magnésium anhydre. Ce dernier corps se distingue nettement du carbonate de magnésium anhydre naturel et du carbonate obtenu artificiellement par de Sénarmont, par sa solubilité dans l'eau et la facilité avec laquelle il se combine à l'eau pour donner, suivant la température, l'un des hydrates à 3 ou à 5 molécules d'eau. Mais la présence du carbonate de potassium, qu'il faut enlever au mélange par des lavages à l'eau, ne permet pas d'obtenir, dans ces conditions, le carbonate anhydre à l'état de siccité.

» On y arrive, au contraire, en décomposant par la chaleur le carbonate double de magnésium et d'ammonium dans des conditions qui seront précisées plus loin.

» Il se dégage de l'eau et du carbonate d'ammonium, ou les produits de sa décomposition, et il reste du carbonate neutre de magnésium. Le carbonate double de

magnésium et d'ammonium CO^3Mg, $CO^3(Am^2)$, $4H^2O$ renferme théoriquement 33,33 pour 100 de carbonate de magnésium; trouvé : 33,41, 33,39, 33,4 (1).

» Le carbonate de magnésium anhydre ainsi obtenu garde la forme cristalline du carbonate ammoniaco-magnésien. Il est très avide d'eau. Exposé à l'air, il s'hydrate, au début, aussi rapidement que la chaux vive dans les mêmes conditions. La quantité totale d'eau fixée est de 30 à 31 pour 100 du poids du carbonate, correspondant à un peu plus de 1,5 molécule d'eau par molécule de carbonate de magnésium.

» 1^{lit} d'eau dissout environ 2^{gr} de ce carbonate de magnésium, alors que la même quantité d'eau ne dissout que 1^{gr} de carbonate hydraté, calculé à l'état anhydre. Aussi la solution de carbonate de magnésium anhydre ne tarde-t-elle pas à déposer des cristaux de carbonate hydraté. Le carbonate naturel, ainsi que celui obtenu par de Senarmont, sont insolubles dans l'eau et ne s'hydratent pas à l'air.

» Mis en contact avec un peu d'eau, le carbonate anhydre fait prise à la manière du plâtre.

» Mis en suspension dans une quantité d'eau un peu plus grande, il ne tarde pas à se transformer en cristaux de carbonate de magnésium à 3 molécules d'eau. La transformation est complète après quatre ou cinq heures; elle est facile à suivre au microscope.

» Ayant remarqué que ce carbonate, après avoir été chauffé à 130°, retenait avec force de petites doses d'ammoniaque, j'ai fait passer un peu de ce composé dans une éprouvette remplie d'ammoniaque et j'ai constaté qu'il absorbe presque instantanément une centaine de fois son volume d'ammoniaque, puis l'absorption se continue plus lentement pendant plusieurs heures. La quantité d'ammoniaque ainsi fixée correspond à un peu plus de 1 molécule d'ammoniaque pour 2 molécules de carbonate à la pression atmosphérique. Exposé à l'air, le carbonate ainsi chargé d'ammoniaque diminue d'abord un peu de poids, par perte d'ammoniaque, puis augmente de poids par fixation d'eau.

» Toutes ces propriétés font de ce carbonate de magnésium un composé bien distinct du carbonate naturel; il ne paraît pas possible d'attribuer des différences de propriétés si tranchées à la différence d'état physique.

» La préparation du carbonate neutre de magnésium demande quelques précautions. En effet, si l'on porte rapidement le carbonate ammoniaco-magnésien à 160° ou 180°, le carbonate de magnésium perd de l'anhydride carbonique, quoique le carbonate de magnésium naturel ne se décompose que vers le rouge sombre. D'autre part, si l'on chauffe le carbonate ammoniaco-magnésien en couche un peu épaisse et à température plus basse, le carbonate de magnésium formé se trouve en présence de vapeur d'eau et s'hydrate en perdant encore de l'anhydride carbonique. Il faut donc

(1) Le léger excès trouvé tient à ce que le carbonate ammoniaco-magnésien perd toujours un peu de carbonate d'ammoniaque pendant la dessiccation.

chauffer le carbonate ammoniaco-magnésien dans un courant d'air sec et porter progressivement la température jusqu'à 130°-140°. On obtient ainsi du carbonate de magnésium, bien anhydre, ne retenant qu'une faible trace d'ammoniaque et se transformant intégralement, en présence de l'eau, en carbonate trihydraté.

» Ajoutons à ces faits l'observation suivante : divers auteurs (Wurtz, *Dictionnaire*, t. II, p. 277, par exemple) signalent un sesquicarbonate de magnésium et d'ammonium de formule : $CO^3Mg, CO^3HAm, 4H^2O$, dont ils attribuent la découverte à Favre. Or ce savant n'a jamais signalé l'existence de ce corps. En mélangeant deux solutions, l'une de bicarbonate d'ammonium, l'autre de bicarbonate de magnésium, saturées toutes deux d'anhydride carbonique et abandonnant à l'air, je n'ai obtenu que le carbonate ammoniaco-magnésien neutre $CO^3Mg, CO^3Am^2, 4H^2O$. Le sesquicarbonate correspondant au sesquicarbonate de magnésium et de potassium n'existe donc pas; il n'a du reste été décrit, à ma connaissance, par aucun expérimentateur. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la chaleur d'oxydation du tungstène.* Note de MM. **Delépine** et **Hallopeau**.

« Nous nous sommes proposé de mesurer les chaleurs de combustion du tungstène et de son oxyde inférieur TuO^2, afin de les comparer à celles des autres métaux, et d'assigner sous ce rapport une place au tungstène dans la série des éléments; les résultats obtenus nous ont conduits à réaliser certaines expériences propres à justifier cette place.

» *Tungstène* Tu. — Ce n'est qu'après plusieurs échecs que nous sommes arrivés à obtenir des résultats satisfaisants. La combustion dans l'oxygène à la pression ordinaire, la combinaison avec un élément halogène, l'attaque par l'eau ou par un acide, le déplacement par un autre élément dont la chaleur d'oxydation est connue, etc..., employés généralement pour déterminer la chaleur de formation d'un oxyde, ne sont pas applicables au tungstène ni à son oxyde TuO^2, car le tungstène ne brûle dans l'oxygène et dans le chlore que si on le chauffe continûment, et aucune des autres réactions où il entre en jeu n'est rapide, toutes conditions incompatibles avec l'usage du calorimètre. Nous avons alors pensé à l'emploi de la bombe calorimétrique de M. Berthelot.

» Il faut allumer le tungstène en poudre fine ($0^{gr},8$ à 1^{gr}) au moyen d'un peu de camphre ($0^{gr},01$ à $0^{gr},03$), le camphre étant enflammé par quelques brins de coton-

poudre ($0^{gr},01$ au plus) auquel on met le feu au moyen d'un fil de platine porté à l'incandescence par un courant électrique. Grâce à cette série d'allumages successifs, on supprime la spirale de fer, qui pourrait introduire dans le calcul la formation d'une dose de tungstate de fer impossible à évaluer. Il faut également bannir l'emploi de la coupelle de platine; dans notre première expérience, le tungstène, en brûlant dans l'oxygène comprimé (25 atmosphères), a percé la coupelle sur une surface de plusieurs centimètres carrés, tant est élevée la température produite; peut-être se forme-t-il un alliage. Heureusement, nous avions placé au fond de la bombe une couche d'eau recouverte d'une lame de platine; cette lame fut également percée, mais la bombe ne fut point détériorée. Nous eûmes soin de prendre toujours ces mêmes précautions dans toutes nos expériences ultérieures. La porcelaine ne peut pas être employée non plus; elle fond toujours quelque peu et se perce même quelquefois. Nous nous sommes arrêtés finalement à l'emploi de fonds de creusets en biscuit d'épaisseur bien uniforme, de 6^{mm} à 7^{mm} de haut et de 10^{mm} à 15^{mm} de diamètre. Le succès n'est pas encore toujours le résultat des opérations, mais nous avons pu obtenir, dans trois expériences faites avec du tungstène pur, des nombres assez rapprochés, soit, par gramme :

$$1049^{cal};\quad 1044^{cal} \text{ et } 1093^{cal};\quad \text{en moyenne : } 1062^{cal}.$$

» Le premier de ces nombres a comporté une petite correction, que nous avons établie en déterminant dans le produit de la combustion la dose d'oxygène de nouveau fixable ($0^{gr},0027$), ce qui a porté le chiffre initial de 1036^{cal} à 1049^{cal}; dans les deux autres expériences, on n'avait pu fixer de nouvel oxygène.

» *Bioxyde* TuO^2. — Notre bioxyde était un corps magnifiquement cristallisé. La combustion n'offre pas les difficultés de la précédente; on peut se servir de la coupelle de platine et, au lieu d'opérer à 25 atmosphères sur 1^{gr}, nous avons opéré à 15 atmosphères et même moins, sur 3^{gr} de bioxyde à la fois. La combustion de chaque gramme a dégagé :

$$292^{Cal},8\quad 304^{Cal},2\quad 293^{Cal},1\quad 306^{Cal},6;\quad \text{en moyenne : } 299^{Cal},2.$$

» Il résulte de ces chiffres et des précédents que :

$$Tu + O^3 = TuO^3 \ldots\quad +195^{Cal},41 \text{ à vol. const.};\quad +196^{Cal},3 \text{ à pres. const.}$$
$$TuO^2 + O = TuO^3 \ldots\quad +64^{Cal},63 \quad » \quad +64^{Cal},9 \quad »$$
$$Tu + O^2 = TuO^2 \ldots\ldots\quad +131^{Cal},4 = 2 \times 65^{Cal},7 \quad »$$

» La fixation de chaque atome d'oxygène dégage donc à peu près la même quantité de chaleur en portant sur le métal ou sur l'oxyde déjà formé; mais, si nous sommes autorisés à regarder la chaleur d'oxydation de TuO^2 comme exacte à 1^{Cal} près, nous sommes portés à croire un peu trop faible la chaleur d'oxydation de Tu en TuO^3.

» Néanmoins, ces résultats permettent de faire une première comparaison avec la chaleur d'oxydation de quelques corps, rapportée à la fixation

d'un atome d'oxygène. Le Tableau suivant, lequel entraîne avec lui toutes les conséquences rapportées ci-après, donne ces chaleurs d'oxydation.

	Cal		Cal
Mg	143,4	Fe en FeO	65,4
Al	131,0	Fe^2 en Fe^2O^3	65,2 × 3
Métaux alcalins et alcalino-terreux	>90,0	Fe^3 en Fe^3O^4	67,7 × 4
		$SK^2 + O^4$	60,2 × 4
Si	89,8	$H(H^2O$ gaz)	58,3
Zn	84,8	Sb^2 (en Sb^2O^3)	55,6 × 3
Sn	70,7	Pb	50,8
$H(H^2O$ liq)	69,0	Cu^2 en Cu^2O	43,8
Tu	**65,4**	Hg, Ag, Au, Pt	<25

» On sait que la vapeur d'eau à température relativement basse oxyde le tungstène, mais qu'inversement l'hydrogène à haute température réduit complètement l'anhydride tungstique : résultat comparable à l'action qu'exercent H^2O et H sur le fer et ses oxydes, dont le tungstène se rapproche par sa chaleur de formation et par l'égalité des dégagements de chaleur successifs dans ses divers degrés d'oxydation. L'eau liquide n'oxyde pas (ou presque pas) le tungstène, mais Tu et TuO^2 la décomposent facilement en présence des alcalis, sans qu'il y ait réversibilité, par suite de la formation d'un tungstate dissous :

$$\text{Tu} + 2\text{KOH diss.} + 2\text{H}^2\text{O liq.} = \text{TuO}^4\text{K}^2 \text{ diss.} + 3\text{H}^2 \text{ gaz..} \quad + (x - 1^{\text{Cal}},9)\ (^1)$$
$$\text{TuO}^2 + 2\text{KOH diss.} = \text{TuO}^4\text{K}^2 \text{ diss.} + \text{H}^2 \text{ gaz..} \quad + (x + 4^{\text{Cal}},7)$$

» On sait aussi que le tungstène ne décompose pas la silice, ni l'alumine, ni la magnésie; il ne décompose pas non plus les oxydes anhydres des métaux alcalins ou alcalino-terreux : témoin sa préparation par l'électrolyse des tungstates où il peut rester à un moment donné en contact avec le bain devenu alcalin. Au contraire, le magnésium nous a donné avec TuO^3 une réaction d'une extrême violence; nous avons jugé inutile d'essayer l'action des métaux alcalins sur cet oxyde, mais le zinc nous a fourni une réaction précieuse, parfaitement régulière.

L'action de l'étain sur les oxydes eux-mêmes n'a pas été étudiée par nous, mais nous avons trouvé que, conformément à sa plus grande chaleur d'oxydation, il ramène les tungstates alcalins à l'état de bronzes et en sépare même le métal tungstène.

---

(1) x = chaleur d'hydratation de $4TuO^3$ changés en acide métatungstique $(TuO^3)^4H^2O$.

» Inversement, nous avons constaté que le tungstène décompose facilement et régulièrement les oxydes d'antimoine, de plomb et de cuivre, en mettant le métal de ces oxydes en liberté, à la température d'une simple lampe à gaz. Il était, par conséquent, inutile d'examiner la réduction des oxydes dont la formation dégage encore moins de chaleur.

» Le tungstène change les sulfates en sulfures, résultat conforme aux chiffres du Tableau.

» Enfin, sa tendance à passer à l'état d'oxyde tungstique peut s'exercer sur les solutions des derniers oxydes du Tableau : les liqueurs bleues (Tu^2O^5) ou rouges (TuO^2) contenant des oxydes inférieurs de Tu ramènent à l'état d'oxydation inférieur les sels cuivrique, mercurique, platinique, et précipitent du métal dans les solutions auriques et argentiques; en même temps, la couleur bleue ou rouge disparaît par suite de la transformation en TuO^3.

» La place assignée au tungstène d'après sa chaleur d'oxydation, 3×65^{Cal} environ, nous semble justifiée amplement par les expériences précédentes. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action du potassammonium sur l'arsenic* [1]. Note de M. C. **Hugot**, présentée par M. A. Ditte.

« On considère deux cas :

» I. *L'ammonium alcalin est en excès.* — L'arsenic et le potassium sont introduits dans une des branches de l'appareil ATB, décrit dans des Notes précédentes.

» Dans ce récipient, fermé à la lampe, on fait condenser le gaz ammoniac. La réaction se manifeste bientôt. A une température et sous une pression convenables, on constate la formation d'un corps jaune amorphe, un peu soluble dans le gaz ammoniac liquide auquel il communique une coloration jaunâtre.

» Lorsque tout l'arsenic est entré en combinaison, le potassammonium en excès est entraîné dans la seconde branche par des lavages au gaz ammoniac liquéfié. On laisse ensuite le liquide s'évaporer. Quand l'appareil, ramené à la température ordinaire, ne laisse plus dégager de bulles de gaz ammoniac, on sépare à la lampe les deux

(1) Travail fait au laboratoire de Chimie industrielle de la Faculté des Sciences de Bordeaux.

branches. L'une contient l'arséniure alcalin pur, l'autre le potassium en excès souillé de traces d'arséniure entraîné.

» On a dit plus haut que le produit obtenu paraissait jaune au sein de la liqueur. Il conserve cette coloration tant qu'il est recouvert par le gaz liquéfié ou que la pression du gaz ammoniac est notablement supérieure à la pression normale. Sous la pression et à la température ordinaires, il est rouge brique, d'un rouge plus foncé que le composé correspondant du sodium.

» L'expérience étant terminée, aucune trace d'ammoniac ne se dégageant plus, on constate que l'appareil a augmenté de poids. Ce corps, chauffé dans le vide à 300°, dégage du gaz ammoniac. Le poids du gaz recueilli est précisément égal à l'augmentation de poids qu'avait éprouvée l'appareil ; il correspond à une molécule de gaz ammoniac pour un atome d'arsenic employé.

» Après cette perte d'ammoniac, le corps est alors noir mat et sa formule correspond à AsK^3.

» A l'état rouge brique, c'est-à-dire tout d'abord, sa formule est AsK^3, AzH^3.

» L'analyse de l'arséniure AsK^3 se fait en le traitant par un acide. Il se dégage de l'hydrogène et de l'arséniure d'hydrogène. Le volume de ce dernier gaz est déterminé en l'absorbant par une dissolution concentrée de sulfate de cuivre. Le résidu repris par l'acide azotique étendu fournit une liqueur où le métal alcalin est dosé à l'état de sulfate et l'arsenic à l'état de sulfure :

		Trouvé.	
	Calculé.	I.	II.
As	39,06	38,57	39,54
K	60,93	59,95	60,02
	99,99	98,52	99,56

» Le potassium peut aussi être déterminé par différence entre le poids du métal employé et le poids du potassium en excès. Ce dernier peut être calculé d'après le volume d'hydrogène obtenu par l'action ménagée de l'eau sur ce métal.

» On avait obtenu (¹) avec le sodammonium, en se plaçant dans les mêmes conditions, le corps rouge brique $AsNa^3, AzH^3$, qui perdait également, à une température peu élevée, sa molécule de gaz ammoniac.

» II. *L'arsenic est en excès.* — L'arsenic était placé dans la branche que l'on peut désigner par A, pour rendre plus claires les explications qui suivent, et le potassium dans la branche B.

» Lorsqu'une quantité suffisante de gaz ammoniac a été liquéfiée dans les deux branches, on fait passer de B en A un peu de potassammonium. On agite le liquide en en provoquant l'ébullition. Dès que le potassammonium ainsi introduit a disparu, on fait arriver sur l'arsenic, par décantation, 1^cc ou 2^cc de la dissolution d'ammonium alcalin et ainsi de suite jusqu'à ce qu'il soit tout entier entré en combinaison. On provoque de temps en temps l'ébullition du liquide de la branche A pour que les mor-

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXVII, p. 553.

ceaux d'arsenic ne soient pas toujours en contact avec les mêmes couches de la liqueur.

» Le corps obtenu se dissout dans le gaz ammoniac liquéfié en donnant une liqueur rouge. Il est très rare qu'on puisse empêcher le dépôt sur les parois du corps AsK^3, AzH^3.

» On fait ensuite repasser de A en B, à travers un tampon de coton de verre filé, la liqueur rouge obtenue. Il reste donc en A l'arsenic en excès et un peu du corps AsK^3, AzH^3 dont on ne peut empêcher la formation.

» La liqueur rouge, ainsi filtrée à travers le coton de verre, laisse déposer par évaporation une masse orangée.

» Ce résidu chauffé dégage, un peu au-dessous de 300°, une certaine quantité de gaz ammoniac et éprouve une perte de poids sensiblement égale à l'augmentation de poids de l'appareil, constatée à la fin de l'expérience avant de chauffer à 300°.

» Le corps orangé correspond à la formule

$$As^4K^2, AzH^3.$$

» En perdant la molécule de gaz ammoniac un peu au-dessous de 300°, il devient rouge. Sa couleur rappelle un peu celle du cinabre.

» L'analyse de ce corps s'effectue d'après la méthode indiquée plus haut.

» Voici quelques-uns des résultats :

	Calculé.	Trouvé. I.	Trouvé. II.
As	79,36	79,65	78,20
K	20,63	20,55	19,12
	99,99	100,20	97,32

» On est averti de la présence de AsK^3, AzH^3 parce que ce dernier devient noir sous l'action de la chaleur tandis que As^4K^2 est rouge.

» Il est intéressant de rappeler que ces mêmes essais (¹) n'avaient pas donné dans le cas du sodammonium de composé différent suivant que le métal ou le métalloïde était en excès. La réaction avec le sodammonium est probablement beaucoup plus lente et, par suite, matériellement impossible dans les conditions assez pénibles où doivent se faire les expériences de ce genre. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du brome en présence du chlorure d'aluminium sur quelques dérivés chlorés du benzène.* Note de MM. **A. Mouneyrat** et **Ch. Pouret**, présentée par M. Arm. Gautier.

« Les dérivés chlorobromés des carbures aromatiques sont très mal connus. La plupart de ceux actuellement décrits ont été préparés à l'aide

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXVII, p. 553.

des amines chlorobromées correspondantes, dans lesquelles on a remplacé, en passant par les dérivés diazoïques, le groupe AzH^2 par H [1]. Ce procédé, comme on le voit, n'est pas direct et ne permet, du reste, d'obtenir que quelques dérivés chlorobromés.

» M. Gustavson [2] ayant préparé l'hexabromobenzène par l'action, sur cet hydrocarbure, du brome en présence du chlorure d'aluminium anhydre, et l'un de nous ayant montré [3], d'autre part, qu'on peut obtenir facilement, à l'aide de ce puissant agent de synthèse, en partant du brome et des dérivés chlorés des carbures de la série grasse, un certain nombre de dérivés chlorobromés de cette série, il était rationnel de se demander si, en opérant d'une façon analogue dans la série aromatique, on n'aurait pas là *un procédé général de préparation des dérivés chlorobromés des carbures cycliques*. En un mot, nous nous sommes proposé de vérifier si, dans la série aromatique, la réaction générale suivante aurait lieu

$$C^6H^mCl^n + Br^p = C^6H^{\left(m-\frac{p}{2}\right)}Cl^n + (HBr)^{\frac{p}{2}}.$$

» L'expérience est venue vérifier cette hypothèse. Nous nous sommes tout d'abord adressés au monochlorobenzène (C^6H^5Cl).

» Dans un ballon de 500^{cc} de capacité, parfaitement sec, on place 250^{gr} de C^6H^5Cl et 320^{gr} de brome anhydre. Le ballon plongeant dans un bain-marie, à eau glacée, est fermé par un bouchon à deux trous dont l'un reçoit un réfrigérant ascendant, l'autre un tube de gros diamètre en relation, par l'intermédiaire d'un raccord de caoutchouc, avec un petit ballon sec contenant 2^{gr} de chlorure d'aluminium anhydre. Dans les conditions ordinaires le mélange ($C^6H^5Cl + Br$) ne donne pas trace de dégagement de HBr; au contraire dès qu'en relevant le petit ballon on fait tomber dans le mélange refroidi une parcelle de $AlCl^3$, une réaction très vive se déclare aussitôt et des torrents de HBr se dégagent. Il est nécessaire de ne pas laisser tomber plus de $0^{gr},15$ à $0^{gr},20$ de $AlCl^3$ à la fois et cela environ tous les quarts d'heure, sans quoi la réaction est si vive qu'on pourrait perdre la plus grande partie du produit. Pour ces doses de matière, $1^{gr},50$ à 2^{gr} de $AlCl^3$ suffisent amplement.

» Lorsque la réaction est terminée, c'est-à-dire au bout de deux à trois heures, le gaz bromhydrique cesse de se dégager et la masse devient complètement solide. On la projette alors par petites portions dans de l'eau distillée additionnée d'acide chlorhydrique, on lave les cristaux successivement à la soude faible et à l'eau distillée, puis l'on essore à la trompe.

» On obtient ainsi 370^{gr} d'un produit cristallisé blanc, peu soluble dans l'alcool froid, beaucoup plus soluble dans l'alcool bouillant, dans l'éther, dans le benzène, le

---

(1) Voir LANGER, *Ann. Chem.*, t. CCXV, p. 113.

(2) *Berichte*, t. X, p. 1101.

(3) *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XIX-XX, p. 180-300.

chloroforme, et dont l'odeur rappelle celle du benzène monochloré. Par cristallisation dans un mélange d'alcool et d'éther, il donne de longues lames parfaitement incolores et transparentes fondant à 67°,4, entrant en ébullition à 196°,3. L'analyse assigne à ce corps la formule C^6H^4ClBr. Il donne avec l'acide nitrique fumant, et à chaud, un dérivé mononitré $C^6H^3(AzO^2)ClBr$ fondant à 68°,2. Ce sont là les propriétés du parabromochlorobenzène

$$C^6H^4\left\langle\begin{matrix}Cl_{(1)}\\Br_{(4)}\end{matrix}\right..$$

Il s'est formé d'après l'équation

$$C^6H^5Cl + Br^2 = C^6H^4ClBr + HBr.$$

C'est là un excellent moyen de préparation de ce composé; les rendements sont au moins de 95 pour 100 du rendement théorique.

» En opérant comme précédemment et en prenant pour point de départ les dérivés chlorés suivants C^6H^5Cl — $C^6H^4Cl_{(1)}Cl_{(4)}$ — $C^6H^3Cl_{(2)}Cl_{(4)}$, $C^6H^2Cl_{(1)}Cl_{(2)}Cl_{(4)}Cl_{(5)}$, nous avons obtenu, avec de bons rendements, en employant un excès de brome sec et en terminant la réaction au bain-marie, des dérivés chlorobromés dans lesquels tous les atomes d'hydrogène sont remplacés par du brome.

» Ces dérivés purifiés par sublimation se présentent sous forme de belles aiguilles; ce sont :

C^6Br^5Cl	fondant à	299°-300°
$C^6Br^4Cl_{(1)}Cl_{(4)}$	»	278-278,5
$C^6Br^3Cl_{(1)}Cl_{(2)}Cl_{(4)}$	»	260-261
$C^6Br^2Cl_{(1)}Cl_{(2)}Cl_{(4)}Cl_{(5)}$		246-246,5
$C^6Br^4\left\langle\begin{matrix}CH_{(3)}\\Cl_{(4)}\end{matrix}\right.$	»	258-259

» Nous poursuivons l'application de ce procédé aux autres carbures aromatiques. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la constitution de la matière colorante des feuilles. La chloroglobine*. Note de M. **Tsvett**, présentée par M. Arm. Gautier.

« La chlorophylle et la xantophylle (carotine), telles que nous les ont fait connaître les travaux de MM. Gautier, feu Hoppe-Seyler, Schunk, Arnaud et les recherches encore inachevées de M. Montéverde, se trouvent-elles dans la cellule végétale sous la forme d'agrégats microscopiques, juxtaposés, pour ainsi dire, aux agrégats élémentaires de protoplasma,

immédiatement ou à l'état de solution dans une matière huileuse ou cireuse; ou bien sont-elles engagées dans des combinaisons complexes, faisant parties intégrantes de certaines molécules albuminoïdes protoplasmiques? Nous nous sommes efforcé de résoudre cette question très importante de Physiologie végétale.

» Si l'on se propose, ainsi que l'a fait M. Étard, de rechercher les substances satellites de la chlorophylle en les extrayant au moyen de l'alcool ou du sulfure de carbone, on risque de réunir dans ces menstrues des substances d'origines diverses. Il fallait donc créer d'abord une méthode qui permît d'isoler *in situ* la substance complexe présumée. Nous en avons trouvé plusieurs; nous ne parlerons ici que de la plus parfaite. C'est une application de la propriété liquéfiante et dissolvante de la résorcine aqueuse à l'égard des albuminoïdes ([1]).

» La solution concentrée de résorcine, agissant sur le protoplasma de la cellule végétale, dissout certaines parties, en liquéfie d'autres et permet la séparation de substances qui ne sont associées que mécaniquement. A la concentration de 120:100 et rendue légèrement alcaline au moyen de carbonate d'ammonium, la résorcine, dans une cellule chlorophyllée, agit comme il suit : les chloroplastes se gonflent, s'agrègent, se décolorent par séparation d'une matière verte sous forme de petits globules et finissent par se dissoudre ainsi que le cytoplasma. Les petits globules verts confluent peu à peu en grandes gouttelettes sphériques d'apparence oléagineuse. On n'aperçoit finalement dans le lumen cellulaire que le noyau et une ou plusieurs gouttelettes réfringentes, d'un beau vert.

» La matière colorante ainsi isolée et que nous proposons de nommer *chloroglobine*, n'est pas liquide par elle-même; elle ne l'est que par le fait de la résorcine. Un lavage énergique à l'eau ou à la glycérine la fait coaguler instantanément, chaque globule passant à l'état de grumeau plus ou moins opaque, inclus dans une logette arrondie au sein du protoplasma incolore reprécipité.

» Telle est la réaction fondamentale que nous avons pu constater chez toutes les plantes où nous l'avons essayée (Algues, Mousses, Fougères, Gymnospermes, Mono- et Dicotylédones).

» Grâce à leurs fortes dimensions, les amas de chloroglobine, isolés par la résorcine, se prêtent on ne peut mieux à une étude microchimique. Nous avons exécuté cette étude sur les feuilles de *Vallisneria* et d'*Elodea*.

» Isolée, ainsi qu'il a été dit, et débarrassée de toute trace de résorcine par un lavage de vingt-quatre à quarante-huit heures dans l'eau courante, la chloroglobine jouit des propriétés suivantes :

([1]) Voir notre Note, même Volume, p. 551.

» Elle est insoluble dans l'eau et les solutions salines

$$(NaCl,\ MgSO^4,\ K^2HPO^4,\ K^2CO^3).$$

Elle gonfle dans les solutions de K^2HPO^4 et dans celles de K^2CO^3, dans ces dernières avec altération. Elle gonfle dans les solutions de salicylate de soude et dans les solutions diluées de résorcine, de pyrocatéchine et d'hydrate de chloral.

» Les solutions concentrées de ces dernières substances liquéfient la chloroglobine; l'hydrate de chloral produit, en outre, une rapide dissolution avec décomposition.

» La chloroglobine gonfle également, mais en s'altérant, dans les solutions diluées de potasse caustique.

» Les acides dilués (HCl, $C^2H^4O^2$) décomposent lentement la chloroglobine en abandonnant un résidu insoluble d'une matière vert brunâtre (chlorophyllane impure). Les acides concentrés la dissolvent entièrement et la décomposent.

» La chloroglobine se dissout entièrement dans l'alcool fort ainsi que dans l'éther, le benzol, le sulfure de carbone et le chloroforme.

» Comme les albuminoïdes, la chloroglobine est coagulée par les réactifs suivants : bichlorure de mercure, chlorure de platine, ferrocyanure de potassium, acide phosphomolybdique, acide osmique, tanin, aldéhyde formique. Les grumeaux de chloroglobine, fixés au moyen de ces réactifs, ou encore par une ébullition prolongée dans l'eau, ne se liquéfient plus dans la résorcine ou l'hydrate de chloral et ne se dissolvent plus dans l'alcool.

» A l'exemple des albuminoïdes, la chloroglobine condense énergiquement certaines matières colorantes : fuchsine, cyanine, chrysoïdine, bleu de méthylène, vert à l'iode.

» La chloroglobine gonfle fortement dans l'eau de Javel et s'y décolore. Nous en avons profité pour essayer sur la matière ainsi blanchie certaines réactions de coloration (réaction de Millon, de Raspail, xanthoprotéique, du biuret). Nous n'avons obtenu que des résultats incertains. Par contre, les grumeaux décolorés fixent énergiquement les matières colorantes susdites et se colorent en jaune dans la teinture d'iode. Ils ne prennent pas du tout la teinture d'alkanna.

» La chloroglobine liquéfiée par la résorcine neutre, et qui se présente alors sous l'aspect d'une masse verte diffuse, répandue dans toute la cellule, se décompose au bout de quelques heures, en fournissant un dépôt de matière vert foncé, en petits granules, et d'abondantes cristallisations de carotine (xanthophylle), sous forme d'arbuscules ou de sphérocristaux.

» La chloroglobine étant soluble dans l'alcool fort, nous devons la retrouver dans l'extrait alcoolique de la plante fraîche. De fait, le résidu de cette alcoolature préparée soit à froid, soit à chaud, présente les diverses réactions énumérées plus haut.

» Si l'on agite une teinture alcoolique de chlorophylle avec de la benzine (procédé de Kraus), celle-ci se colore généralement en vert, tandis que la couche alcoolique prend une teinte jaune. Le résidu benzénique, qui représente essentiellement la chlorophylle de M. Gautier, ne réagit pas avec la résorcine, tandis que le résidu alcoolique se liquéfie dans cette dernière.

» Dans un extrait alcoolique de feuilles vertes qu'on ramène par dilution à 20° centésimaux, la chloroglobine passe à l'état d'un précipité d'une extrême ténuité, révélé seulement par l'opalescence vague du liquide. Néanmoins ce précipité peut être recueilli par filtration sur une bougie de porcelaine.

» Ainsi qu'il ressort des expériences que nous venons de résumer, la chloroglobine est une substance complexe où la chlorophylle et la carotine sont faiblement unies à un radical de nature apparemment protéique. Par la plupart de ses propriétés physico-chimiques, la chloroglobine semble, en effet, appartenir au groupe de ces substances.

» Sa solubilité dans l'éther, le sulfure de carbone et autres liquides organiques paraît être due aux noyaux chromophores de la molécule; on connaît d'ailleurs des hémoglobines solubles dans l'éther et le chloroforme. La chlorophylle et la carotine semblent avoir avec le radical protéïque des liaisons assez lâches, du même ordre que celle qui, d'après les expériences de MM. Bertin-Sans et Moitessier, réunit dans l'hémoglobine l'hématine à la matiére albuminoïde. Ceci ressort de l'expérience de Kraus et des procédés appliqués par M. Armand Gautier et feu Hoppe-Seyler à l'extraction de la chlorophylle cristallisée.

» Il appartiendra à l'analyse chimique, analyse que nous ne nous réservons pas, d'élucider entièrement la constitution de la chloroglobine. En partant d'un matériel convenablement choisi, que l'on épuisera par de l'alcool rectifié, et en recueillant ensuite sur un filtre de porcelaine la chloroglobine précipitée par l'eau, on obtiendra une matière d'une grande pureté et aussi peu modifiée que possible.

» Quoi qu'il en soit de sa nature chimique, la chloroglobine participe de la constitution physique des albuminoïdes. Comme elles, susceptible d'imbibition par les solutions aqueuses, comme elles jouissant d'un pouvoir de condensation qui, sans doute, s'exerce aussi sur les gaz, la chloroglobine réalise l'adduction la plus rapide des matériaux premiers de la synthèse organique et leur contact le plus intime avec les groupes d'atomes récepteurs et transformateurs de l'énergie lumineuse. »

CHIMIE ANIMALE. — *Démonstration de la désagrégation des leucocytes et de la dissolution de leur contenu dans le plasma sanguin pendant l'hypoleucocytose. Influence de la leucolyse intravasculaire sur la coagulation du sang* (1). Note de **Henri Stassano**, présentée par Armand Gautier.

« Les injections de sels solubles de mercure provoquent immédiatement dans la circulation un abaissement très sensible du nombre des leu-

(1) Travail du laboratoire de Toxicologie de la Préfecture de Police et du laboratoire de Physiologie de la Sorbonne.

cocytes, abaissement d'autant plus marqué, et de durée d'autant plus longue, que la quantité injectée est plus considérable. C'est d'ailleurs la règle pour l'introduction dans le sang de n'importe quelle substance étrangère à l'économie animale, quel qu'en soit le degré de toxicité.

» Les savants qui ont étudié ce phénomène en ont envisagé différemment le processus intime : pour les uns, les leucocytes se désagrégent à l'arrivée dans le sang de la substance étrangère; pour les autres, ils s'arrêtent simplement dans les vaisseaux capillaires ou émigrent dans les tissus. La première hypothèse, soutenue principalement par Loëwit et Wright, repose sans doute sur des observations assez concluantes. Au cours de mes recherches sur l'action du mercure dans l'organisme, j'ai fait à mon tour des constatations qui s'accordent avec cette manière de voir, mais qui n'en donnent pas plus la preuve décisive, irréfutable, que les observations déjà acquises à la littérature scientifique.

» Pour parvenir à un meilleur résultat, j'ai posé la question comme il suit : s'il y a effectivement destruction de leucocytes pendant l'hypoleucocytose, il faut que le contenu leucocytaire passe à ce moment dans le plasma sanguin. Constater d'une façon indéniable cette présence du contenu leucocytaire par l'analyse chimique et par des réactions physiologiques appropriées, tel est le but que je me suis proposé.

» Je me suis contenté d'abord de comparer, à simple vue, la marche et l'importance de la précipitation de la nucléine — élément essentiel du leucocyte — dans le plasma d'un lapin saigné en pleine hypoleucocytose mercurielle, et dans le plasma d'un lapin normal.

» La comparaison, naturellement, a été faite entre volumes égaux de plasmas (20^{cc}), étendus chacun de quatre volumes d'eau distillée et placés dans des éprouvettes identiques. Pour empêcher la désagrégation des leucocytes après leur sortie des vaisseaux, ce qui aurait rendu nulle la comparaison, le sang a été retiré des deux lapins après une injection intraveineuse d'extrait de sangsues; les saignées ont été faites de suite l'une après l'autre, et les deux échantillons de sang ont été centrifugés simultanément.

» Dès le début jusqu'à la fin de la réaction, le plasma du lapin en hypoleucocytose a présenté une teneur nettement supérieure en nucléine : dans ce plasma, en effet, le trouble a commencé à la quatrième ou à la cinquième goutte d'acide acétique, tandis que, dans le plasma du lapin témoin, la formation des premiers flocons de nucléine ne s'est produite qu'à la huitième ou à la neuvième goutte. Bientôt une couche blanche, ouatée, bien définie, s'est établie dans l'éprouvette du premier mélange et en a atteint presque le fond; dans le plasma normal, au contraire, les

flocons blancs de nucléine n'ont formé qu'une couche beaucoup moins épaisse, qui s'est arrêtée aux deux tiers de la hauteur du liquide.

» Ne pouvant donner plus de précision à cette évaluation, faute d'un procédé de dosage de la nucléine, j'ai cherché, comme terme de comparaison, à déterminer la teneur en acide phosphorique, composant inorganique principal de la nucléine; et pour donner plus d'exactitude aux résultats des dosages comparatifs, j'ai effectué la comparaison entre plasmas provenant de deux saignées successives chez un même sujet.

» Pour obtenir un échantillon de plasma qui se rapproche le plus de l'état normal, il faut pouvoir recueillir le sang qui doit le donner avec un nombre de leucocytes qui s'écarte le moins de la moyenne physiologique. On sait que la contention d'un animal fait baisser le nombre de ses leucocytes; que la saignée réduit, de même, le chiffre de ces cellules en raison de l'importance de la perte de sang; que les anesthésiques provoquent également l'hypoleucocytose; il faut donc, pour ces trois différentes raisons : 1° opérer très rapidement, 2° se servir d'un chien de forte taille, et 3° n'avoir point recours à l'anesthésie.

» La préparation du plasma de l'hypoleucocytose ne réclame qu'une précaution : il faut éviter que l'injection de sublimé, qui provoque la disparition des leucocytes, atteigne les hématies. Si ces éléments figurés du sang venaient à être attaqués on aurait dans le plasma un excès de phosphore provenant de la lécithine des hématies détruites. On parvient à protéger les globules rouges par une injection intraveineuse d'extrait de sangsues. Cet extrait, employé habituellement pour exalter la vitalité des leucocytes, exerce la même influence sur les hématies. J'ai noté, en effet, que la solution physiologique additionnée d'acide acétique à 0,5 pour 100, dont on se sert pour détruire les globules rouges dans les numérations des leucocytes, est presque inoffensive pour les hématies, lorsque ces cellules ont été stimulées par l'extrait de sangsues.

» Les précautions communes à prendre dans la préparation des deux plasmas sont : d'opérer aseptiquement et de rendre le sang incoagulable par une abondante injection intraveineuse d'extrait de sangsues (1 tête par kilogramme d'animal).

» Aussitôt après avoir recueilli, par l'artère crurale, le premier échantillon de sang de 300^{cc} environ, j'injecte au chien en expérience, dans la veine saphène, une solution étendue de sublimé dans de l'eau physiologique (3^{mgr} par kilogramme d'animal). Cinq minutes après je fais une deuxième saignée d'un même volume. Les deux échantillons sont centrifugés sans perte de temps : au deuxième échantillon il convient d'ajouter quelques centimètres cubes d'extrait de sangsues pour compenser ce que le premier extrait injecté a perdu d'activité anticoagulante entre les deux saignées.

» Au moyen d'un siphon on retire de chacun de ces échantillons, après deux heures de centrifugation, 180^{cc} de plasma très pur et très transparent. Les deux plasmas sont desséchés et calcinés pour le dosage de l'acide phosphorique.

» Les chiffres trouvés sont les suivants : les 180^{cc} de plasma normal (ou à peu près normal, si l'on tient compte de l'hypoleucocytose causée par la simple immobilisation de l'animal) contiennent $0^{gr},0164$ d'acide phospho-

rique; le volume égal du plasma de l'hypoleucocytose franche, provoquée par le mercure, en contient 0^{gr},0408 : soit environ le triple. Ce résultat confirme et précise le précédent, basé sur la simple appréciation visuelle de la teneur en nucléine. Ces deux ordres de données mettent hors de doute la désagrégation des leucocytes pendant l'hypoleucocytose.

» La dissolution du contenu leucocytaire dans le plasma peut être démontrée par plusieurs réactions physiologiques; j'étudierai ici l'une d'elles, à savoir : l'action accélératrice que l'hypoleucocytose, quelle qu'en soit la cause, exerce sur la coagulation du sang.

» Dès les premières saignées que j'ai pratiquées à des animaux (chiens, lapins, cobayes) qui venaient de recevoir une injection de sublimé, j'avais remarqué une accélération de la coagulation du sang; j'étais enclin, d'abord, à attribuer cette accélération à une diminution de l'alcalinité du sang, ayant à l'esprit la modification analogue, mais de sens contraire, notée chez le chien par M. Dastre, pendant l'action anticoagulante de la peptone. Ce n'est que dans ces derniers temps que j'ai pu rattacher cette accélération à sa véritable cause en établissant : 1° qu'elle est indépendante de la composition chimique de la substance qui provoque l'hypoleucocytose; 2° que la disparition des leucocytes déterminée par l'action du froid et par l'immobilisation accélère la coagulation tout aussi bien qu'une injection de mercure ou de peptone; 3° que cette accélération est en rapport direct de l'intensité de l'hypoleucocytose et en raison inverse du temps qui s'écoule entre le début de l'hypoleucocytose et la saignée.

» L'hypoleucocytose agit sur le sang, en en accélérant la coagulation, par la dissolution, à l'intérieur des vaisseaux, d'une masse de fibrin-ferment. Tout ce ferment, ne pouvant être retenu de suite par le foie et les autres organes d'arrêt, sort avec le flot sanguin par la blessure vasculaire et accélère ainsi la formation du caillot qui, dans le sang normal, se produit seulement après l'éclatement des leucocytes en dehors de la circulation.

» Pourtant, l'accélération de la coagulation du sang peut être considérée comme la réaction physiologique de la désagrégation des leucocytes pendant l'hypoleucocytose, désagrégation et dissolution du contenu leucocytaire dont j'ai donné plus haut la démonstration expérimentale, par l'analyse chimique. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Germination de la graine de Caroubier; production de mannose par un ferment soluble.* Note de MM. **Em. Bourquelot** et **H. Hérissey.**

« Dans un premier travail présenté à l'Académie (¹), nous avons établi que l'albumen de la graine de Caroubier, traité à chaud par l'acide sulfurique étendu, fournit du mannose et du galactose. Ultérieurement (²), nous avons étudié de plus près la réaction, et nous avons constaté que les deux sucres, lorsque le traitement est ménagé (emploi d'acide sulfurique à 3 pour 100), se forment dans la proportion de $\frac{4}{5}$ du premier pour $\frac{1}{5}$ du second (exactement 10,9 de mannose pour 3,06 de galactose).

» Il y a donc une différence essentielle, au point de vue de la constitution chimique, entre l'albumen de la graine de Caroubier (*albumen corné*) et celui du blé par exemple (*albumen amylacé*), qui, traité à chaud par l'acide sulfurique étendu, donne du dextrose. Cette même différence se retrouverait-elle encore dans la germination des deux graines? En d'autres termes, alors que, pendant la germination et sous l'influence de ferments solubles qu'élabore l'embryon, l'amidon de l'albumen de blé éprouve les mêmes transformations que sous l'influence de l'acide sulfurique étendu, c'est-à-dire se transforme en dextrose, l'hydrate de carbone qui constitue la presque totalité des matières de réserve de l'albumen corné de la graine de Caroubier serait-il transformé en mannose et en galactose? C'est là la question que nous avons cherché à résoudre.

» On voit que, pour cela, il fallait chercher si, pendant la germination, l'embryon de la graine de Caroubier sécrète un ferment soluble capable d'agir sur son albumen et, le cas échéant, étudier les produits provenant de la réaction déterminée par ce ferment.

» I. *Production, par l'embryon de la graine de Caroubier en voie de germination, d'un ferment soluble agissant sur l'albumen de cette graine.* — Les embryons de graines de Caroubier germent facilement. Quand les graines ont été gonflées par un séjour suffisant dans l'eau, on peut séparer les embryons et les placer, à une douce chaleur (20° à 30°), sur du coton mouillé, ou bien placer dans les mêmes conditions les graines entières;

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXIX, p. 228; 24 juillet 1899.
(²) *Comptes rendus*, t. CXXIX, 14 août 1899.

dans les deux cas, la germination commence bientôt et se continue régulièrement.

» Nos recherches ont été faites avec des embryons dont la radicule avait atteint 3cm et même 4cm de long.

» Dans une première série d'essais, on a cherché à séparer un ferment soluble en suivant les procédés ordinaires. Pour cela, on a trituré les embryons avec du sable et de l'eau; on a jeté sur un filtre, précipité le liquide filtré avec de l'alcool, recueilli et lavé le précipité, qui a été ensuite desséché dans le vide sulfurique. C'est ce précipité qu'on a fait agir sur l'albumen.

» Dans une seconde série, on a employé simplement la pâte obtenue en triturant les embryons avec du sable.

» Pour reconnaître plus facilement l'action fermentaire, l'albumen pulvérisé grossièrement était ajouté à de l'eau dans la proportion de 5 pour 100, et le tout porté à 100° pendant quelques minutes. On a ainsi un produit semi-fluide, qui se prend en gelée par refroidissement; mais, en y mettant quelque attention, on peut introduire dans la masse et mélanger le précipité ou la pâte d'embryons avant la prise en gelée, et alors que le refroidissement est suffisant (40° à 45°) pour qu'il n'y ait pas à craindre de destruction des ferments par la chaleur. Dans tous les cas les essais étaient saturés de chloroforme, et les flacons contenant ces essais placés dans une étuve chauffée à 30°-35° (1).

» On a constaté : 1° que la gelée était peu à peu liquéfiée par le précipité et par la pâte d'embryons, plus rapidement toutefois et plus complètement par la pâte que par le précipité; 2° que le liquide ainsi obtenu renfermait une petite quantité de sucre réducteur.

» Il y a donc production, dans l'embryon, pendant la germination, d'un ferment soluble, agissant sur l'albumen et donnant naissance à du sucre (2). Restait à connaître la nature de ce sucre.

» II. *Production de mannose et de galactose dans l'action du ferment soluble de l'embryon germé de la graine de Caroubier sur l'albumen de cette graine.* — Nous avions pu constater dans nos dernières recherches que le sucre se formait très lentement. Aussi nous sommes-nous résolus à faire un essai de longue durée et portant sur une assez forte proportion d'albumen.

» On a opéré sur l'albumen de 250gr de graines (100gr environ). Cet albumen, gonflé

(1) Ces essais seront exposés avec plus de détails dans le *Journal de Pharmacie et de Chimie*.

(2) Rappelons que ce fait a déjà été observé par M. Effront (*Comptes rendus*, t. CXXV, p. 116; 1897).

dans l'eau, a été additionné de 1^lit d'eau distillée et le tout a été porté à 110° à l'autoclave, pendant quelques instants, de façon à pouvoir obtenir un mélange homogène. A ce mélange, refroidi à 40°, on a ajouté 10^gr de poudre d'embryons germés, desséchés à l'air. Ces embryons avaient été mis à germer en dehors de la graine et, comme nous l'avons constaté depuis, de tels embryons sont moins actifs que ceux qui germent dans la graine même. On a saturé de chloroforme et abandonné le tout à la température du laboratoire pendant sept semaines, du 10 août au 28 septembre, après avoir eu soin d'agiter dans les premiers temps.

» A part quelques grumeaux, le mélange s'était liquéfié. On en a filtré 800^cc; le liquide obtenu, très limpide et à peine teinté de jaune, a été additionné de 2 volumes d'alcool à 95°. Il s'est fait un précipité blanc, volumineux, dont on a séparé le liquide par filtration. On a distillé pour retirer l'alcool et évaporé ce qui restait à 50^cc. Ces 50^cc renfermaient 6^gr,90 de sucre réducteur (dosé comme dextrose). Les essais auxquels nous avons soumis ce liquide ont montré qu'il renfermait du mannose (ce sucre a été séparé à l'état cristallisé) et du galactose. Ces sucres ont été dosés en suivant les procédés déjà utilisés par nous antérieurement; nous avons trouvé 4^gr,67 pour le mannose et 1^gr,24 pour le galactose. On voit que la quantité du premier est à celle du second comme 4 est à 1 environ. Ce rapport est sensiblement le même que celui que nous avons observé dans l'action de l'acide sulfurique.

» Ainsi donc, pendant la germination de la graine de Caroubier, il se produit un ferment soluble, agissant sur l'albumen corné de cette graine à la façon de la diastase sur les albumens amylacés, mais donnant naissance à du mannose et à du galactose. Si nous faisons remarquer, en outre, que la salive, comme des expériences directes nous l'ont montré, n'agit pas sur cet albumen, il apparaîtra bien qu'il s'agit là d'un ferment spécial, distinct de la diastase. En tout cas, la production de mannose par un ferment soluble se trouve démontrée, dans ces recherches, pour la première fois. »

ZOOLOGIE. — *Sur les* APLOSPORIDIES, *ordre nouveau de la classe des Sporozoaires*. Note de MM. **Maurice Caullery** et **Félix Mesnil**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Les Sporozoaires constituent un ensemble très vaste de Protozoaires parasites sur lesquels nos connaissances se sont beaucoup précisées au cours de ces dernières années. On a pu reconstituer d'une façon complète le cycle évolutif compliqué de beaucoup d'entre eux; la structure de leurs éléments reproducteurs a été plus minutieusement étudiée; on a été ainsi conduit à mieux caractériser les ordres de cette grande classe. Mais, à côté des formes qui rentrent sans difficulté dans ses diverses subdivisions, il en

est quelques-unes isolées actuellement. Nous avons eu nous-mêmes occasion, au cours de recherches sur divers Invertébrés, d'en signaler plusieurs (*Cœlosporidium* Mesn. et March.; *Bertramia, Siedleckia* Caull. et Mesn.). Parmi ces types aberrants, il en est une série qui nous semblent pouvoir avantageusement être groupés en un nouvel ensemble que nous nous proposons de définir ici. Nous lui donnons le nom d'Aplosporidies [1], en raison de la simplicité qu'offrent leur cycle évolutif et la structure de leurs spores.

» Nous prenons comme types du nouvel *ordre* le genre *Bertramia,* créé par nous en 1897 [2] pour deux parasites, l'un d'une Annélide, *Capitella capitata,* l'autre de divers Rotifères (Bertram) et le genre *Aplosporidium* que nous créons [3] pour des parasites de deux Annélides, *Scoloplos Mülleri* et *Heterocirrus viridis*. L'ordre des Aplosporidies comprendra en outre le genre *Cœlosporidium* Mesnil et Marchoux [4] et les parasites décrits par Schewiakoff comme *entoparasitische Schlaüche der Cyclopiden* [5].

» Les deux genres *Bertramia* et *Aplosporidium* ont une évolution très analogue. Le point de départ est une petite masse uninucléée, à membrane très mince. Elle croît peu à peu et, en même temps, le nombre des noyaux augmente par une série de karyokinèses qui se produisent simultanément dans toute l'étendue de l'organisme. On a ainsi une sorte de plasmode. Lorsque la croissance est très avancée ou même achevée, autour de chaque noyau s'individualise une certaine quantité de protoplasme et des cellules se trouvent ainsi constituées. Ces cellules deviennent directement des spores (*Bertramia*) ou bien se divisent encore en quatre pour donner quatre spores (*Aplosporidium*). A maturité, les spores s'échappent de la masse commune. Chacune est entourée d'une membrane résistante et sa forme varie suivant le genre. Celles des *Bertramia* sont sphériques avec un noyau central et un protoplasme homogène. Celles des *Aplosporidium* ont à peu près la forme d'un fruit de pavot; le couvercle se soulève en clapet chez *A. scolopli* au contact de l'eau de mer et laisse échapper une petite masse plasmique nue, formée d'un protoplasme homogène et d'un

---

(1) De ἁπλόυς, simple.
(2) *Comptes rendus Soc. Biologie,* 20 novembre 1897.
(3) *Comptes rendus Soc. Biologie,* 14 octobre 1899.
(4) *Comptes rendus,* 2 août 1897.
(5) *Bull. Soc. Imp. des Naturalistes de Moscou,* n° 1; 1893.

noyau facilement colorable. La spore d'*A. heterocirri* est toujours entourée d'un fin chevelu.

» L'évolution du genre *Cœlosporidium* présente quelques différences. Dès les stades jeunes, le parasite, toujours de forme définie qui se modifie peu à peu, est entouré d'une membrane dont l'épaisseur va en augmentant à mesure de la croissance. La production des spores est successive et non simultanée et elle se fait de la périphérie à l'axe du tube. Dans les états observés, elles n'étaient jamais entourées d'une membrane résistante.

» Le parasite étudié par Schewiakoff a une phase amibe (avec vacuole contractile) assez longue. Il y a multiplication des noyaux et enkystement; le kyste a une forme ellipsoïdale. A l'intérieur, se différencient des spores ovoïdes à noyau unique et facilement colorable. Chaque cellule qui s'isole de la masse plasmique se divise encore une fois pour donner deux spores.

» Ces divers organismes ont un grand nombre de caractères communs. L'évolution se fait de la même façon. La spore est monozoïque; son noyau est grand et facile à colorer. Elle ne porte trace ni de capsule polaire, ni de filament spiral, ni de différenciation d'aucune sorte à son intérieur [1]. Il y a donc là une différence avec la spore des Microsporidies chez laquelle, de plus, le noyau est, contrairement au cas actuel, très difficile à colorer.

» C'est en effet au voisinage des Microsporidies que doivent se ranger nos Aplosporidies. L'évolution d'une *Bertramia*, par exemple, est parallèle à celle d'une *Plistophora* jusqu'à la différenciation des spores. Mais la structure des éléments reproducteurs n'est pas la même dans les deux ordres et l'exemple de tous les groupes inférieurs d'êtres vivants montre que c'est dans cette structure qu'il faut chercher la base des classifications.

» Les Aplosporidies se rencontrent dans diverses classes d'Invertébrés : Crustacés, Annélides, Rotifères. On en trouvera sans doute d'autres types. Peut-être, comme nous avons déjà eu l'occasion de le faire remarquer, le *Chytridiopsis* A. Schneider, trouvé dans les cellules intestinales des *Blaps*, est-il voisin de *Bertramia*. Peut-être aussi la *Myxocystis ciliata* de Mràzek [2]

---

[1] En ce qui regarde le parasite étudié par Schewiakoff, nous émettons cette affirmation d'après l'Auteur. Ainsi qu'il l'indique lui-même, il serait intéressant d'en faire une vérification nouvelle en faisant agir les acides sur les spores

[2] *Sitzungsber. d. Böhm. Gesellsch.*, n° 8, 1897.

est-elle une Aplosporidie. Mais il faudrait, pour l'affirmer, réétudier ces deux formes.

» Au point de vue du parasitisme, toutes les Aplosporidies bien caractérisées se trouvent, au moins à un certain stade, dans les cavités intérieures de l'hôte (cavité sanguine des *Cyclops* et des *Chydorus*, cœlome de *Scoloplos* et de *Capitella*, sinus périintestinal d'*Heterocirrus*). A leurs états jeunes, certaines, au moins, sont parasites intracellulaires; chez les deux formes étudiées par nous (*Aplosporidium heterocirri, Cœlosporidium*) où cette recherche a été possible, nous avons trouvé des stades jeunes dans les cellules de l'épithélium intestinal, ce qui semble bien indiquer que l'invasion de l'hôte se fait par la voie digestive. »

BOTANIQUE FOSSILE. — *Les plaques subéreuses calcifiées du terrain houiller d'Hardinghen (Pas-de-Calais).* Note de M. **C.-Eg. Bertrand.**

« 1. Parmi les nodules du terrain houiller d'Hardinghen, il en est une première catégorie très spéciale qui n'a été rencontrée que dans cette localité. Il s'agit de plaques d'un calcaire brun foncé, cristallin, revêtues d'une croûte de houille. Ces nodules ont été observés au puits *La Providence* et ultérieurement à la fosse *La Glaneuse*. Dans ce dernier gisement, l'exploitation de M. Ludovic Breton les a rencontrés dans la *veine Marquise*.

» 2. Ces nodules sont des plaques de liège. Vu l'uniformité de leur structure, toutes ces plaques me paraissent provenir d'une même espèce végétale qui est très probablement le *Lepidodendron aculeatum*. Le tissu subéreux gonflé a été amené à l'état d'une gelée molle, dont la consistance rappelle celle d'une solution aqueuse de gélose à 0,004. Cette consistance gélatineuse est montrée par l'attitude affaissée des plaques et par les déchirures qui coupent leur masse aussi bien dans les parties centrales de la plaque que sur ses bords. Ces coupures spontanées, dues au retrait, reproduisent tous les accidents de la gelée humique du brownoilshale de Broxburn et ceux de la masse gélosique du boghead de Resiutta.

» 3. L'absence d'effondrement dans des masses aussi molles indique qu'elles ont été enfouies et soutenues dans une gelée de consistance peu différente. On trouve, en effet, entre ces plaques, une gelée brune qui a fait prise. Tous les corps qui y sont plongés, pollen, spores, menus débris, plaques subéreuses, se présentent soutenus par cette gelée. Cette gelée brune se continue directement avec la croûte de houilles des nodules cal-

caires. Dans les régions où, par suite d'une minéralisation partielle, elle a subi un retrait moindre, elle permet de lire quelques-uns des caractères de la matière génératrice de la houille.

» 4. Malgré leur mollesse, les plaques subéreuses d'Hardinghen n'ont pas été taraudées par les organes radiciformes. Ces organes ne se sont pas non plus introduits entre les plaques. L'empilement de matières végéto-humiques qui a produit la veine Marquise diffère donc profondément de ceux que présentent les nodules carbonatés de Westphalie et du Lancashire.

» 5. Les plaques subéreuses amollies ne participent pas immédiatement à la formation de la gelée brune fondamentale du dépôt. Tandis que la gelée brune montre dans, toutes ses parties, des grains de pollen, des spores et de menus débris, ces organites ne se rencontrent pas dans les lames subéreuses, quel que soit leur état d'altération et d'effondrement ou d'affaissement.

» 6. La structure du tissu subéreux gonflé et amolli n'est reconnaissable que dans certaines plages. Ailleurs, cette structure a été effacée par des phénomènes secondaires, dont les principaux sont le retrait, la dissolution partielle des plaques et la recristallisation.

» 7. Dans les parties des nodules calcaires où la structure est le mieux conservée, les éléments subéreux sont indiqués : 1° par une mince lame mitoyenne humifiée et imbibée de bitume ; 2° par des épaississements gonflés au point de rompre leur continuité ; la matière de l'épaississement a faiblement retenu le bitume ; elle est peu colorée ; ses fissures, lames ou filets, sont injectés de bitume ; 3° par une masse de bitume qui emplit totalement ou partiellement la cavité cellulaire. Les noyaux et les protoplastes des cellules subéreuses ont complètement disparu.

» 8. Le recensement des plaques subéreuses de la veine Marquise a donné les pourcentages ci-après :

Plaques formées d'une seule lame de liège	14,62
Plaques formées de deux lames collées parallèlement l'une à l'autre, l'une des deux pouvant dépasser l'autre	41,28
Plaques formées de deux lames de liège croisées	6,02
Plaques formées de trois lames de liège parallèles	10,32
Plaques formées de trois lames de liège croisées	0,86
Plaques formées de plus de trois lames subéreuses toutes parallèles	12,04
Plaques formées de plus de trois lames dont certaines croisent les autres	14,62

» 63,64 de ces plaques portent donc sur elles-mêmes la trace d'un alignement, mais cet alignement s'efface dès que le nombre des lames superposées s'élève au-dessus de trois.

» 9. Je n'ai pas trouvé de parcelles minérales élastiques entre ces lames subéreuses.

» 10. Ces plaques subéreuses présentent un remarquable exemple de localisation élective d'une espèce minérale sur un substratum organique déterminé. Tandis que toutes les plaques subéreuses sont minéralisées par le carbonate de chaux, les stigmarias mêlés à ces plaques ont localisé la sidérose sous la forme de sidérose compacte. Cette minéralisation s'est opérée de bonne heure, les objets qui sont enfermés dans ces nodules n'étant que faiblement rétractés.

» 11. Même dans les plages les mieux conservées, je n'ai pu démontrer d'une façon suffisamment rigoureuse que les corps bactériformes qui chargent la matière des nodules sont les restes d'organismes bactériens. Dans un grand nombre de ces corps bactériformes, j'ai reconnu des microcristaux, des inclusions bullaires accidentelles et de très petits grains de pyrite.

» 12. La structure du tissu subéreux a été effacée par des phénomènes secondaires, dont les principaux sont le retrait et la cristallisation. Les membranes végétales bituminisées et les lames de bitume injectées se sont brisées en une très fine poussière dont les fragments sont tous à angles vifs. Le remplissage central des cellules s'est brisé le premier. Les lames mitoyennes et les épaississements se sont rompus ensuite. Une dissolution partielle, accompagnée d'une recristallisation, a permis un très léger déplacement de ces menues parcelles fragmentaires. Elles ont perdu leurs alignements. La structure a cessé d'être reconnaissable. La plaque subéreuse calcifiée ne présente plus alors qu'une fine poussière disséminée par zones dans le calcaire. L'origine organique de ces plaques n'est plus immédiatement reconnaissable. Les plaques subéreuses d'Hardinghen fournissent ainsi à la fois un exemple très remarquable de fossilisation, sous son volume initial, d'une gelée organique d'origine bien définie, et un très beau spécimen d'effacement d'une structure figurée par des modifications tardives de la roche, qui ont changé son agencement intérieur sans altérer sa forme d'ensemble. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la composition et la valeur alimentaire des principaux fruits.* Note de M. **Balland** (Extrait.)

« Notre examen a porté sur les fruits suivants, classés d'après leurs familles botaniques :

» *Ampélidées,* Raisins; *Aurantiacées,* Oranges; *Corylacées,* Noisettes; *Granatées,* Grenades; *Grossulariées,* Groseilles; *Juglandées,* Noix; *Morées,* Figues; *Musacées,* Bananes; *Oléinées,* Olives; *Palmiers,* Dattes; *Rosacées,* Abricots, Amandes, Cerises, Coings, Fraises, Framboises, Nèfles, Pêches, Poires, Pommes et Prunes.

» Tous les fruits, à leur maturité, contiennent de 72 à 92 pour 100 d'eau; dans les fruits plus ou moins desséchés du commerce (raisins secs, pruneaux, noix, noisettes, figues, amandes), cette proportion dépasse rarement 33 pour 100; elle est souvent au-dessous de 10 pour 100 dans les amandes, les noix et les noisettes.

» Dans les fruits à pulpe, la matière azotée représentant l'albumine végétale passe de 0,25 pour 100 dans la poire à 1,45 pour 100 dans la banane; dans les fruits-graines (amandes, noix et noisettes), elle est plus élevée : 15 à 20 pour 100 à l'état sec.

» Les matières grasses, avec tous les produits solubles dans l'éther (huile essentielle, matières résineuses et colorantes), sont généralement en plus faible proportion que les matières azotées; il n'y a d'exception que pour les olives, les amandes, les noix et les noisettes, chez lesquelles l'huile domine (58 à 68 pour 100 à l'état sec).

» Les cendres, dont quelques-unes renferment des traces de manganèse (figues, poires, pruneaux), sont en faible quantité, de même que la cellulose inerte : celle-ci n'est en proportion notable que dans les coings et les nèfles.

» L'acidité atteint son maximum dans les framboises et les groseilles (1,25 pour 100).

» Le sucre et les matières dites *extractives* (amidon, dextrines, pectines, gommes, cellulose saccharifiable, acides organiques) représentent, avec l'eau, la majeure partie des éléments contenus dans les fruits à pulpe. Le sucre, qui est entièrement assimilé, a son rôle dans l'alimentation : les fruits qui en contiennent le plus, comme les bananes, les dattes et les figues, constituent de véritables aliments hydrocarbonés. Les matières extractives agissent aussi à la façon du sucre, mais à un moindre degré, leur coefficient de digestibilité étant moins élevé.

» A part de rares exceptions, les fruits sont peu nutritifs et ne peuvent être considérés comme des aliments : leurs sucs, qui flattent plus ou moins nos goûts par leur odeur, leur saveur ou leur acidité, jouent plutôt le rôle de condiments. »

GÉOLOGIE. — *Lithologie sous-marine des côtes de France.* Note de M. J. THOULET. (Extrait.)

« Une Carte montrant d'une façon claire le relief du sol sous-marin et indiquant avec netteté les diverses natures de ce sol présente un véritable intérêt scientifique, et l'on pourrait presque dire qu'elle constitue un document indispensable à la navigation, à la pose des câbles télégraphiques et surtout à l'industrie des pêches. C'est pourquoi la plupart des nations maritimes, l'Angleterre, l'Allemagne, la Norvège, la Suède, les États-Unis et d'autres encore, ont dressé à grands frais de ces sortes de Cartes. Partout on a figuré le relief par des courbes d'égal niveau, ou isobathes, et la nature du sol immergé par des teintes et des signes conventionnels.

» Si l'on fait abstraction d'une Carte à très petite échelle, publiée par Delesse en 1867, Ouvrage qui eut au moins le mérite d'indiquer la voie à suivre, la France est à peu près la seule nation maritime ne possédant point ces documents. Je me suis efforcé de combler cette lacune et, depuis environ cinq ans, je m'occupe de la construction d'une Carte de la lithologie sous-marine des côtes de France, en vingt-deux feuilles grand-aigle. Ces feuilles sont toutes actuellement terminées en manuscrit; j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie la première, qui vient d'être publiée.

» J'ai pris pour base de mon travail un report sur pierre, dont j'ai été autorisé à me servir, des vingt-deux Cartes de la Marine qui représentent, sans laisser d'intervalle, les côtes françaises depuis la frontière belge jusqu'à celle d'Espagne, sur l'Atlantique, et des Pyrénées à la frontière italienne, sur la Méditerranée. Sur ces feuilles, on a tracé, d'après les sondes des ingénieurs-hydrographes de la Marine, les lignes isobathes de 10^m en 10^m, jusqu'à 100^m, et même au delà en Méditerranée, où la pente est très abrupte au voisinage de la terre.

» Les divers fonds représentés par des teintes ou des signes conventionnels sont la roche, le sable, la vase sableuse et le sable vaseux, la vase, le gravier gros et fin, les galets, les pierres, les coquilles vivantes ou entières, les coquilles brisées, les coquilles moulues, les madrépores et les herbiers. J'ai indiqué avec détail, dans plusieurs Mémoires, les données précises sur lesquelles j'ai appuyé ma classification des sols, la définition exacte de chacun d'eux, les procédés employés pour les récolter en mer et pour les analyser dans le laboratoire. Grâce à la bienveillance de diverses

personnes, à plusieurs expéditions faites par moi-même, j'ai pu entrer en possession d'échantillons et exécuter bon nombre d'analyses mécaniques, minéralogiques et chimiques. Quand les documents m'ont manqué, j'ai pris des indications partout où j'en ai trouvé....

» Telles qu'elles sont, les feuilles de l'Atlas représentent, avec un premier degré d'approximation, ce que l'on sait aujourd'hui sur le sol du socle continental sous-marin français. Il sera d'ailleurs toujours facile de les tenir progressivement au courant de ce qui sera connu relativement au relief et à la nature du sol immergé, dans le voisinage immédiat des côtes françaises ».

La séance est levée à 4 heures.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 16 octobre 1899.

Atlas de Lithologie sous-marine des côtes de France, par J. Thoulet, 1899, s. l. (Réductions photographiques réunies sur une feuille gr. in-f°.) (Présenté par M. Berthelot.)

Carte lithologique des côtes de France, par M. Thoulet, feuille 7, *du cap Fréhel au havre de Carteret*. Paris, A. Challamel, s. d.; 1 feuille gr. aigle.

Traité élémentaire de Physique, rédigé conformément aux plus récents programmes des baccalauréats ès sciences (Classique et Moderne), par Édouard Branly. Deuxième édition. Paris, Ch. Poussielgue, 1900; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. de Lapparent. Hommage de l'Auteur.)

Électricité médicale, traité théorique et pratique, par Félix Lucas et le Dr André Lucas. 124 figures intercalées dans le texte. Paris, Ch. Béranger, 1900; 1 vol. in-12. (Présenté par M. Marey.)

Description sommaire du mécanisme physiologique au service de l'âme humaine, par le Dr H. Védie. Pau, impr. Garet, 1899; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Classification des formes de l'Aliénation mentale, par le Dr H. Védie. Pau, impr. Garet; 1 feuille in-4°.

Description des machines et procédés pour lesquels des brevets d'invention

ont été pris sous le régime de la loi du 5 juillet 1844, publiée par les ordres de M. le Ministre du Commerce et de l'Industrie. T. XCII, 1re et 2e Parties. Paris, Imprimerie nationale, 1899; 2 vol. in-8°.

On the morphology of certain of the bones of the cheek and snout of Amia calva, by Edward-Phelps Allis. Boston, Ginn and C°, 1898; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Étude monographique des Pleurotomaires actuels, par E.-L. Bouvier et H. Fischer. (*Bull. of the Museum of comparative zoölogy at Harvard College*, Vol. XXXII, n° 10.) Cambridge, Mass., U. S. A., 1899; 1 fasc. in-8°. (With the compliments of A. Agassiz.)

Annales du Musée du Congo. Série II : *Zoologie*, t. I, fasc. 3; Série III : *Ethnographie et Anthropologie*, t. I, fasc. 1. Bruxelles, Charles Vande Weghe, 1899; 2 fasc. in-4°.

Comptes rendus des séances de la douzième Conférence générale de l'Association géodésique internationale, réunie à Stuttgart du 3 au 12 octobre 1898, rédigés par A. Hirsch, publiés en même temps que les *Rapports spéciaux sur les progrès de la Mesure de la Terre* et les *Rapports des Délégués sur les travaux géodésiques accomplis dans leurs pays*. T. I, II. Berlin, Florence, 1899; 2 vol. in-4°.

Zehnter Jahresbericht der physikalischen Gesellschaft in Zürich, 1898. Uster-Zurich, Gebr. Frey, 1899; 1 fasc. in-8°.

Jahresbericht des Direktors des königl. geodätischen Instituts, für die Zeit von April 1898 *bis April* 1899. Potsdam, 1899; 1 fasc. in-8°.

Annual report of the assistant in charge of the Museum of comparative zoology at Harvard College, for 1898-99. Cambridge, U. S. A.; 1 fasc. in-8°.

Year book of the Royal Society of London, 1899. London, Harrison and Sons, 1899; 1 vol. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 18 septembre 1899.)

Note de M. *Renaux,* Sur un développement d'une fonction holomorphe à l'intérieur d'un contour en une série de polynomes :

Page 474, ligne 4, *au lieu de* $Q_p(x)$ étant une fonction holomorphe à l'intérieur de S_0, *lisez* $Q_p(x)$ étant une fonction holomorphe à l'extérieur de S_0.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 23 OCTOBRE 1899,

PRÉSIDENCE DE M. VAN TIEGHEM.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la simultanéité des phénomènes d'oxydation et des phénomènes d'hydratation accomplis aux dépens des principes organiques, sous les influences réunies de l'oxygène libre et de la lumière;* par M. **Berthelot**.

« Les principaux phénomènes chimiques accomplis au sein des animaux sont des phénomènes d'oxydation et d'hydratation ou hydrolyse, comme on dit aujourd'hui : ce sont là les phénomènes les plus importants qui président soit à la nutrition, soit à la production de la chaleur animale. On les envisage en général comme tout à fait séparés et réalisés sous l'influence d'agents essentiellement distincts, agents qui auraient seulement ceci de commun de différer, en général, des agents ordinaires de la

Chimie minérale. Ces derniers, en effet, opèrent pour la plupart d'une façon brusque, violente et avec le concours de températures plus ou moins élevées. Tel est le cas des acides et des alcalis concentrés, lorsqu'ils déterminent des hydratations ou des déshydratations; tel est également le cas des acides et autres composés oxydants : l'acide azotique, l'acide permanganique, les peroxydes métalliques, le chlore avec le concours de l'eau, etc., lorsqu'ils déterminent des oxydations. Or ces conditions sont incompatibles avec le maintien de la vie. Mais alors interviennent les actions lentes, dont on ne tenait guère compte en Chimie organique avant l'époque où elles m'ont conduit à réaliser la synthèse des corps gras naturels, exposée en 1854 devant l'Académie, et avant mes longues recherches sur la formation des éthers (1860), point de départ de la plupart des travaux et considérations relatifs aux équilibres, qui ont pris aujourd'hui un si grand développement dans la Mécanique chimique.

» Depuis lors j'ai exécuté plusieurs études sur les principes oxydables, doués de propriétés oxydantes, et j'ai essayé d'en établir la théorie, assimilant leurs actions à celles que j'avais déjà constatées pour l'eau oxygénée, le peroxyde d'argent, le chlorure manganeux, l'essence de térébenthine, etc.

» J'ai réuni ces faits et ces explications dans mon dernier Ouvrage (*Chimie végétale et agricole*, t. III, livre IV : *Propriétés oxydantes de divers principes oxydables*, p. 470-510). J'ai également relié certaines de ces réactions oxydantes à des réactions hydratantes, corrélatives et simultanées. Je me propose, dans le présent travail, de poursuivre ce sujet, en exposant quelques expériences nouvelles. Il s'agit d'oxydations accomplies sous les influences simultanées de l'oxygène et de la lumière. J'ai recherché si ces influences, agissant sur l'éther éthylique, l'un des types les plus simples des composés dédoublables par hydratation, sont susceptibles à la fois de l'hydrater, c'est-à-dire d'en changer une portion en alcool, en même temps qu'elles en oxydent une autre portion.

» Voici les faits que j'ai observés. Ils sont groupés en trois séries :

» La première série est relative à l'action comparée de l'éther, d'une part, sur l'eau et l'air; d'autre part, sur l'eau, l'air et l'eau oxygénée, chaque expérience étant poursuivie à la fois dans l'obscurité et avec le concours de la lumière solaire directe, pendant cinq mois;

» La deuxième série est relative à l'action comparée de la lumière solaire et de l'obscurité sur l'éther, l'eau et l'eau oxygénée, pendant un temps beaucoup plus court;

» La troisième série, au contraire, expose les résultats obtenus par l'altération lente de l'éther pur, sous l'influence de l'air et de la lumière diffuse, au bout de dix-sept ans.

PREMIÈRE SÉRIE.

» J'ai pris quatre matras à long col, d'une capacité voisine de 250^{cc} chacun et j'ai d'abord introduit dans chacun d'eux $7^{gr},0$ environ (10^{cc}) d'éther ordinaire, purifié aussi rigoureusement que possible et contenu dans un tube de verre mince complètement rempli, ou sensiblement et scellé à la lampe. Cela fait, le col du matras a été étranglé sur un point, en forme d'entonnoir. Dans deux des matras, j'ai versé 10^{cc} d'eau pure, dans les deux autres 10^{cc} d'une solution d'eau oxygénée pure, non acide, susceptible de fournir $14^{cc},8$ d'oxygène par centimètre cube aux corps oxydables, ou de dégager cet oxygène à l'état libre (oxygène disponible). Cela fait, la partie étranglée de chaque matras a été scellée d'un trait de chalumeau; chacun d'entre eux contenait ainsi un volume d'air exactement connu sous une pression et à une température déterminées. Il ne reste plus qu'à briser le tube de verre rempli d'éther, par quelques secousses, pour le mettre en présence de l'eau pure, ou de la dissolution d'eau oxygénée, ainsi que de l'air contenu dans le matras; les proportions relatives de ces divers corps étant connues. Deux de ces matras ont été conservés dans l'obscurité; deux autres, placés sur une table, sur une terrasse exposée à l'action directe de la lumière solaire, pendant cinq mois (février à août 1899).

» Avant de décrire les résultats obtenus, il convient de fixer les proportions relatives des corps mis en présence et de les comparer avec celles qui répondraient aux transformations définies les plus simples que l'éther est susceptible d'éprouver, par les réactions de l'oxygène libre, ou de l'eau oxygénée. Par exemple, on déduit des données relatives à un matras (I), contenant de l'eau pure, que l'oxygène de l'air qui s'y trouvait pesait $0^{gr},060$ au début de l'expérience. Dans un autre matras (II), contenant une dissolution d'eau oxygénée, l'oxygène de l'air pesait $0^{gr},065$ et l'oxygène disponible dans l'eau oxygénée, $0^{gr},195$; total $0^{gr},260$.

» Comparons ces données avec les réactions de l'éther oxydé : une molécule d'éther $\begin{matrix} C^2H^5 \\ C^2H^5 \end{matrix}\!\!\!>\!O = 74^{gr}$ exigerait, pour fixer deux atomes d'oxygène, O^2, 32^{gr} de cet élément, en formant de l'aldéhyde C^2H^4O :

$$(C^2H^5)^2O + O^2 = 2C^2H^4O + H^2O.$$

» La formation de l'acide acétique répondrait à 64^{gr} d'oxygène

$$(C^2H^5)^2O + 2O^2 = 2C^2H^4O^2 + H^2O;$$

la combustion totale, à 192gr d'oxygène

$$(C^2H^5)^2O + 6O^2 = 4CO^2 + 5H^2O.$$

» Au contraire, la formation de peroxyde d'éthyle, composé qui prend naissance immédiatement avec l'éther anhydre soumis à l'influence de l'ozone, d'après mes recherches antérieures ([1]), mais plus lentement, sous l'influence de l'oxygène libre, cette formation, dis-je, répond seulement à la fixation d'un atome d'oxygène pour deux molécules d'éther (protoxyde d'éthyle)

$$2(C^2H^5)^2O + O = (C^2H^5)^4O^3$$

soit 8gr d'oxygène pour 1 molécule d'éther.

» Si nous rapportons ces nombres au poids de l'éther employé dans les expériences ci-dessus, c'est-à-dire à 7gr,0, on arrive aux chiffres suivants :

La combustion totale exigerait..........	18gr,00 d'oxygène.
La formation de l'acide acétique..........	6,00
La formation de l'aldéhyde...............	3,00
La formation du peroxyde d'éthyle........	0,76

» Or, le matras (I) renferme seulement 0gr,060 d'oxygène libre et le matras (II) renferme seulement 0,260 d'oxygène disponible.

» On voit que dans tous les cas une fraction seulement, et même une fraction minime de l'éther, est susceptible d'être attaquée par la dose d'oxygène mise en présence. Cette circonstance a été maintenue à dessein, afin de prévenir autant que possible des transformations trop profondes, et de se placer dans des conditions comparables à celles que l'on observe au sein des êtres vivants, où l'oxygène intervient peu à peu, sa dose relative demeurant faible à chaque instant, par rapport à la masse des principes immédiats oxydables mis en présence.

» Ceci posé, voici les résultats obtenus :

» *Obscurité*. — Un matras renfermant de l'éther, de l'air et de l'eau, a été conservé pendant deux mois dans l'obscurité, au fond d'une armoire de laboratoire. Puis on l'a examiné : il ne s'y était pas formé d'alcool et les phénomènes d'oxydation étaient très peu prononcés.

» Même résultat à peu près négatif, avec un matras renfermant de

---

([1]) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 5e série, t. XXVII, p. 229; 1882.

l'éther et une dissolution aqueuse d'eau oxygénée : pas d'alcool. La décomposition même de l'eau oxygénée était loin d'être terminée.

» *Lumière solaire directe.* — Au bout de cinq mois, j'ai examiné les deux matras similaires qui avaient été exposés au soleil. J'ai déterminé la composition exacte de l'atmosphère gazeuse qui y subsistait. Elle ne contenait plus trace d'oxygène libre et était constituée par un mélange d'azote, de vapeur d'éther (absorbable par SO^4H^2), et de formène, sans acide carbonique. Quant à la liqueur, j'y ai constaté la présence de l'aldéhyde et de ses dérivés, celle de l'acide acétique et celle de l'alcool. Il n'y avait pas d'éther acétique, du moins en dose notable. L'eau oxygénée avait entièrement disparu.

» J'ai dosé l'alcool et l'acide acétique : le premier, par essai alcalimétrique, le second en nature, par distillation et emploi de CO^3K^2 cristallisé, suivant ma méthode ordinaire.

» Réunissons les chiffres obtenus par l'analyse des deux matras exposés au soleil pendant cinq mois. Ces chiffres indiquent, d'une part, l'oxygène consommé ; d'autre part, le formène, l'acide acétique et l'alcool produits :

	I. Éther, air et eau.	II. Éther, air, eau et eau oxygénée.
	gr	gr gr gr
O consommé	0,060	0,065 + 0,195 = 0,260
CH^4 trouvé	0,005	0,006
Acide acétique, $C^2H^4O^2$.	0,053	0,200
Alcool, C^2H^6O	0,08	0,26

Ces données établissent la formation de trois ordres de composés distincts, aux dépens de l'éther soumis à l'influence de la lumière en présence de l'oxygène et de l'eau.

» La formation de l'acide acétique est normale, résultant d'une oxydation.

» La formation de l'alcool résulte d'une hydratation ; enfin, la formation du formène atteste un dédoublement complexe, qui se rattache peut-être à l'instabilité du peroxyde d'acétyle, supposé produit tout d'abord. Mais cette dernière formation est accessoire.

» Examinons de plus près les deux réactions fondamentales. La formation de l'acide acétique est quatre fois aussi forte en présence de l'eau oxygénée qu'en présence de l'oxygène libre. Pour $0^{gr},200$ d'acide acétique, formé aux dépens de l'éther, il a fallu consommer $0^{gr},107$ d'oxygène, dose

supérieure aux $0^{gr},065$ libres dans l'atmosphère initiale du matras : l'eau oxygénée est donc intervenue d'une manière nécessaire dans la formation de l'acide acétique du matras (II). Quant au matras (I), les $0^{gr},053$ d'acide acétique formés répondraient à $0^{gr},028$ d'oxygène, c'est-à-dire à la moitié environ de celui de l'air du matras.

» Le surplus de l'oxygène disparu (soit 0,032 pour le matras eau + éther; ou 0,153 pour le matras eau + éther + eau oxygénée) a concouru à changer une certaine dose d'éther en aldéhyde et en produits divers.

» A première vue, l'alcool semble résulter d'une hydratation, sans oxydation apparente. Mais cette explication paraît insuffisante, l'éther et l'eau ne se combinant directement sous aucune influence connue, et surtout n'étant pas entrés en combinaison dans les essais similaires relatés plus haut, pendant le même temps. On doit dès lors faire intervenir une réaction hydratante, corrélative de l'oxydation. L'hypothèse de l'éther acétique se présente tout d'abord. Cependant, la formation de cet éther n'a pas lieu en fait, lorsqu'on met en présence l'acide acétique, même exempt d'eau, et l'éther anhydre à la température ordinaire. Ce n'est que vers la température de 300° que la combinaison a lieu, d'après mes anciennes expériences. En tous cas, elle ne se développe pas en présence d'un grand excès d'eau. Il faut donc admettre ici quelque mécanisme particulier. Ce mécanisme est d'ailleurs spécialement efficace en présence de l'eau oxygénée, la dose d'alcool formé étant alors triple de celle que l'on observe sans eau oxygénée.

» Celui qui se présente dès lors à l'esprit, comme conforme aux faits observés, est la production du peroxyde d'éthyle, corps susceptible d'être obtenu en effet par l'action immédiate de l'ozone sur l'éther et même par l'action lente de l'oxygène ordinaire. Entre ce peroxyde et l'eau oxygénée se développent des équilibres, qui en font varier les proportions relatives: soit avec l'eau oxygénée préexistante, soit même avec l'oxygène ordinaire. Le peroxyde d'éthyle se dédouble en effet, sous l'influence d'un excès d'eau, en alcool et eau oxygénée

$$(C^2H^5)^4O^3 + 3H^2O = 4C^2H^6O + H^2O^2,$$

l'oxygène de cette dernière pouvant être employé à oxyder une autre portion d'éther.

» L'oxygène disponible de l'eau oxygénée se porterait alors soit sur l'alcool ainsi formé, soit sur l'éther, lequel se trouve présent en dose beaucoup

plus forte, pour former d'abord de l'aldéhyde, puis de l'acide acétique. A cet égard, l'eau oxygénée agit en fournissant de l'oxygène, et non en se substituant dans la molécule, à la façon du radical hypothétique hydroxyl, HO, dont l'eau oxygénée possède la composition. En tous cas, la dose d'acide acétique ainsi formée représenterait seulement, en théorie, 1 molécule de cet acide pour 8 molécules d'alcool formé; tandis qu'en fait le rapport est inverse, soit $3\frac{1}{2}$ molécules d'acide pour 1 molécule d'alcool avec l'eau oxygénée, ou 3 molécules d'acide pour 1 molécule d'alcool, avec l'eau pure et l'oxygène libre.

» On pourrait supposer une corrélation plus directe entre l'acide et l'alcool, en admettant que l'éther ordinaire se transforme d'abord dans l'éther acétique, produit normal de la combinaison entre l'alcool et l'acide acétique : j'en ai déjà parlé plus haut,

$$(C^2H^5)^2O + O^2 = C^2H^5.C^2H^3O^2 + H^2O.$$

» En admettant que ce produit se dédouble à mesure, au contact d'un excès d'eau, en acide acétique et alcool, il n'interviendrait qu'à l'état naissant, comme on disait autrefois. Mais, dans ce cas, l'acide et l'alcool devraient prendre naissance à molécules égales: ce qui ne répond pas davantage aux rapports observés, non plus qu'au fait d'après lequel l'oxygène consommé, soit avec l'air seul, soit avec le concours de l'eau oxygénée, est double environ de celui qui concourt à former de l'acide acétique.

» Quoi qu'il en soit de ces interprétations, il n'en demeure pas moins établi par les expériences précédentes que sous l'influence de l'oxygène libre, ou fourni par l'eau oxygénée, influence activée par la lumière et lentement exercée dès la température ordinaire, l'éther subit à la fois une double réaction : l'une oxydante, qui fournit l'aldéhyde et l'acide acétique, et l'autre hydratante, qui fournit l'alcool.

DEUXIÈME SÉRIE.

» J'ai pris de l'éther anhydre et pur et je l'ai réparti entre cinq vases, savoir :

» Un tube scellé rempli presque exactement 10^{cc} éther anhydre; un tube scellé 5^{cc} éther, 10^{cc} eau. Ces deux tubes ont été exposés à la lumière solaire directe l'après-midi; un troisième tube, semblable au second, étant conservé dans l'obscurité.

» Un ballon de 1^{lit} plein d'air, avec 10^{cc} eau et 3^{cc} éther dans un tube

scellé, qui a été introduit d'avance; le ballon une fois scellé, on a brisé le tube intérieur. Ce ballon a été conservé dans l'obscurité.

» Un ballon de $1^{lit},510$ plein d'oxygène; avec $6^{gr},7$ d'éther anhydre et 10^{gr} d'eau, a été disposé de même, mais exposé à la lumière solaire directe les après-midi.

» Ces expériences ont duré du 31 août au 19 octobre 1899.

» L'analyse a montré que l'éther des trois tubes scellés et à peu près privés d'air était demeuré inaltéré.

» Dans le ballon conservé dans l'obscurité il n'y avait eu aucune absorption d'oxygène, ni formation d'acide acétique ou d'alcool. La lumière paraît donc nécessaire pour déterminer l'altération de l'éther.

» Dans le ballon exposé à la lumière solaire (sept semaines, l'après-midi), il y avait eu, au contraire, absorption de quelques centimètres cubes d'oxygène et production de $0^{gr},10$ d'alcool et de $0^{gr},004$ d'acide acétique, c'est-à-dire réaction déterminée par la lumière; réaction plus faible d'ailleurs que dans la première série, à cause d'une durée moindre et d'une température maxima plus faible. L'hydratation a été, comme dans la première série, bien plus marquée que l'oxydation.

» Dans la série suivante, la durée a été, au contraire, bien plus grande.

TROISIÈME SÉRIE.

» En 1882 j'avais préparé, en vue d'expériences thermochimiques, une quantité notable d'éther anhydre, aussi pur que possible, que j'avais réparti dans un certain nombre de ballons de 250^{cc}, presque entièrement remplis et scellés à la lampe, et dans des flacons à l'émeri, où la communication avec l'atmosphère était inévitable, quoique lente, par l'espace annulaire compris entre le col et le bouchon. J'avais conservé plusieurs de ces ballons et flacons, soigneusement étiquetés et datés.

» *Ballons scellés*. — En août 1899 l'éther de l'un de ces ballons a redistillé entièrement, inaltéré et à point fixe. Les dernières gouttes ont seules offert une réaction acide, équivalente, d'après titrage, à un quart de milligramme et attribuable au petit volume d'air laissé à l'origine. Le temps et la lumière diffuse n'ont donc pas modifié l'éther en dix-sept années.

» *Flacons*. — Dans la plupart des flacons, tout l'éther avait disparu par évaporation; cependant, dans quelques-uns où la clôture était excellente, l'oxydation lente de l'éther a donné naissance à des composés moins volatils, qui y subsistaient après le même intervalle.

» Un flacon de 25^{cc}, renfermant, en 1882, 17^{gr} d'éther anhydre, contenait encore, en 1899, 7^{cc} environ d'un liquide, dont l'analyse par distillation et titrages alcalimétriques a donné :

	gr
Éther éthylique	nul
Éther acétique	1,9
Alcool	2,6
Acide acétique	0,6
Eau	0,9
	6,0

» Il n'y avait pas d'autres composés, du moins à dose notable.

» Le Tableau suivant indique les poids d'oxygène fixé, d'éther détruit, d'eau formée, répondant à chacun de ces corps :

	Oxygène fixé.	Éther détruit.	Eau formée.
	gr	gr	gr
Éther acétique	0,73	1,6	+ 0,41
Alcool	nul	2,1	− 0,50
Acide acétique	0,32	0,37	+ 0,09
Eau de diverse origine	»	»	+ 0,90

» Le poids de ces composés subsistant dans le flacon représente $4^{gr},07$ d'éther, sur 17^{gr} contenus à l'origine.

» Le poids de l'alcool libre, soit $2^{gr},6$, surpasse de $2^{gr},14$ le poids équivalent à l'acide acétique libre; c'est-à-dire que le poids total de cet alcool est six fois aussi considérable que celui qui correspondrait à une formation supposée d'éther acétique avec l'acide libre actuel; il est triple du poids de l'alcool équivalent à l'éther acétique réellement observé.

» Ces valeurs conduisent aux mêmes conclusions que la première et la deuxième série, dont la durée a été plus courte. En effet, on a retrouvé, sous forme d'alcool, les 12 centièmes du poids du carbone contenu dans l'éther primitif, et seulement 2 centièmes de ce carbone sous forme d'acide acétique. L'oxydation de l'éther est donc accompagnée par une hydratation beaucoup plus considérable.

» Les phénomènes spontanés observés sur l'éther sont applicables en principe, et probablement en fait, à une multitude de composés végétaux et animaux, tels que le sucre de cannes, les saccharoses, les hydrates de carbone naturels, les glucosides, les glycérides, les nitriles, uréides et corps azotés, tous composés susceptibles d'hydratation et d'oxydation. Elle est même plus complète, dans certains cas où les produits oxydés fixent, pour

leur propre compte, les éléments de l'eau, et dans d'autres où produits oxydés et produits hydratés entrent en combinaison réciproque, ce qui arrive pour l'éther acétique, engendré par la combinaison de l'acide acétique et de l'alcool. La connexité de ces deux actions, ainsi constatée par des expériences purement chimiques, doit exister également dans l'ordre des réactions dites *physiologiques*, accomplies au sein des êtres vivants par le concours des oxydants et des composés à double rôle, oxydables par l'oxygène libre, et susceptibles de transmettre cet oxygène, c'est-à-dire de jouer le rôle d'agents oxydants vis-à-vis des autres principes contenus dans l'économie. »

MÉCANIQUE. — *Équilibre d'un flotteur avec un chargement liquide.* Note de M. Appell.

« Nous avons montré, dans la dernière séance, que la détermination des positions d'équilibre d'un flotteur, contenant des liquides intérieurs, peut être ramenée à la détermination de la plus petite valeur de la distance δ de deux plans parallèles Q et Q′ respectivement tangents à deux surfaces (C) et (G). Si l'on considère une troisième surface enveloppée par un plan Q″ assujetti à être parallèle à Q et Q′ et à rester à une distance δ d'un point fixe, il est évident qu'on sera ramené à rechercher la plus courte distance d'un point fixe au plan tangent à une surface. Nous allons, dans ce qui suit, ramener directement la question à ce dernier problème.

» Appelons, comme précédemment, p le poids du flotteur sans les liquides intérieurs, $p_1, p_2, \ldots, p_n$ les poids de ces liquides.

» Supposons toutes les surfaces libres horizontales et le flotteur immergé de façon que la poussée appliquée au centre de carène C soit égale au poids total du flottteur $p + p_1 + p_2 + \ldots + p_n$.

» Soit B le centre du système des forces parallèles constitué 1° par les poids $p_1, p_2, \ldots, p_n$ appliqués aux centres $C_1, C_2, \ldots, C_n$ des liquides intérieurs, 2° par la poussée $p + p_1 + p_2 + \ldots + p_n$ appliquée au point C. Quand on oriente le flotteur de toutes les manières possibles, le point B décrit une surface (B) et, à chaque instant, le plan tangent à cette surface au point B est horizontal.

» Pour que le flotteur soit dans une position d'équilibre stable, il faut et il suffit que la distance du centre de gravité du flotteur seul (sans les liquides) au plan tangent à la surface (B) au point B soit un *minimum*.

» On est ainsi ramené à une condition identique à celle que donne la méthode de M. Guyou pour les flotteurs sans liquides intérieurs; la seule différence est que la surface des centres de carène est remplacée par la surface (B).

» Les rayons de courbure de cette surface (B) en un point B s'expriment à l'aide des moments d'inertie des surfaces libres des liquides et de la flottaison, par rapport à des droites analogues à l'axe d'inclinaison dans la théorie ordinaire des flotteurs.

» Dans cette théorie nous avons supposé qu'à une orientation du flotteur correspond un seul plan de flottaison et un seul système de surfaces libres des liquides intérieurs. Pour des flotteurs dont la surface extérieure, tout en étant sans trous, contiendrait des creux suffisamment profonds pour embarquer de l'eau à une certaine inclinaison, cette condition ne serait pas remplie; il en serait de même si les surfaces contenant les liquides présentaient des saillies intérieures trop prononcées. »

ÉLECTRICITÉ. — *Observation sur une Note de M.* Blondel, *relative à la réaction d'induit des alternateurs;* par M. **A. Potier**.

« En attribuant deux coefficients de self-induction différents, l'un aux courants wattés, l'autre aux courants déwattés, M. Blondel a sans doute voulu faire allusion à ce fait que le coefficient de self-induction de l'induit est variable avec sa position par rapport aux inducteurs, et est une fonction du temps, de fréquence double de celle du courant. Admettant que la force électromotrice extérieure est $E \sin \omega t$, l'équation du courant est

$$(1) \qquad Ri + \frac{d(Li)}{dt} = E \sin \omega t.$$

» Avant de résoudre cette équation dans toute sa généralité, il peut être utile de la résoudre dans un cas particulier, ce qui permettra de présumer l'influence de la variation de L dans les cas que le calcul ne peut aborder. On supposera que L varie en raison inverse du binome $1 - 2\alpha \cos \omega t$, la valeur maximum étant λ', la valeur minimum λ, on aura

$$2\alpha = \frac{\lambda' - \lambda}{\lambda' + \lambda}, \qquad \frac{1}{L} = \frac{1}{L_1}(1 - 2\alpha \cos \omega t), \qquad \frac{2}{L_1} = \frac{1}{\lambda} + \frac{1}{\lambda'},$$

L_1 est un coefficient, moyenne harmonique entre λ et λ'.

» Si l'on désigne par Z_1, Z_3, ... les impédances, et par δ_1, δ_3, ... les retards correspondant aux divers harmoniques

$$Z_k^2 = R^2 + K^2 L_1^2 \omega^2, \qquad \operatorname{tang} \delta_k = \frac{KL_1\omega}{R};$$

la solution périodique de l'équation (1) se développe en série convergente suivant les puissances de α,

$$\begin{aligned} i = \frac{E}{Z_1}[\sin(\omega t - \delta_1)] + \alpha \left| \begin{array}{l} \sin\delta_1 \cos\omega t \\ -\sin\delta_3 \cos(3\omega t - \delta_1 - \delta_3) \end{array} \right. \\ + \alpha^2 \left| \begin{array}{l} -\sin\delta_1(\cos\delta_1 \cos(\omega t - \delta_1) + \cos\delta_3 \cos(\omega t - \delta_1 - \delta_3) \\ +\sin\delta_3 \cos\delta_1 \cos(3\omega t - \delta_3) \\ -\sin\delta_5 \cos\delta_3 \cos(5\omega t - \delta_1 - \delta_3 - \delta_5). \end{array} \right. \end{aligned}$$

» La formule s'applique quel que soit δ_1, même en court-circuit absolu ($R = 0$); elle se réduit alors à

$$i = \frac{E}{\omega L_1} \sin\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)(1 - 2\alpha \cos\omega t) = \frac{E}{\omega L_1}[-\cos\omega t(1-\alpha) + \alpha \cos 3\omega t],$$

qui est bien la solution de l'équation (1) dans ce cas.

» Dans la plupart des machines, α est inférieur à 0,05; il est donc suffisant d'examiner les termes en α; on voit alors que lorsque δ_1 est faible, ou lorsque le circuit extérieur est peu inductif, tout se passe comme si L_1 était le coefficient de self-induction réel. Lorsque δ_1 est notable, deux cas sont à distinguer : ou bien, comme dans la pratique, cela tient à l'inductance du circuit extérieur, la valeur α est alors négligeable, parce que λ, λ' se rapportent au circuit complet; ou bien, comme dans les essais en court circuit, α peut atteindre la valeur donnée plus haut; l'intensité du courant en court circuit est déterminée par un coefficient d'induction

$$\frac{L_1}{1-\alpha} = \frac{4\lambda\lambda'}{3\lambda + \lambda'}$$

compris entre L_1 et λ'; mais l'écart entre ces deux coefficients, l'un correspondant à la marche normale, l'autre à la marche en court circuit, n'est que le quart de la différence $(\lambda' - \lambda)$.

» Lorsque la force électromotrice contient des termes en $\sin k\omega t$, l'hypothèse faite sur la variation de L conduit à l'introduction dans la valeur du courant d'un terme principal en $k\omega t$, et de deux autres termes propor-

tionnels à α, en $(k-2)\omega t$ et $(k+2)\omega t$; la force électromotrice $E_k \sin k\omega t$ produit le courant

$$i = \frac{E_k}{Z_k}\{\sin(k\omega t - \delta_k) - \alpha[\sin\delta_{k-2}\cos(k-2)\omega t - \delta_k - \delta_{k-2})$$
$$+ \sin\delta_{k+2}\cos(k+2)\omega t - \delta_k - \delta_{k+2}] + \alpha^2(\ldots)\}.$$

» Si $\frac{1}{L}$ est représenté par une série

$$\frac{1}{L_1}(1 - 2\alpha\cos 2\omega t - 2\beta\cos 4\alpha t \ldots),$$

un calcul analogue aux précédents fournit la valeur de i en séries ordonnées suivant les puissances de α, β.

» Le courant est ainsi calculé, quelles que soient les variations de L et de E (ou de l'induction mutuelle) en fonction de l'angle de position des bobines.

» Enfin, à la force électromotrice $E_1 \sin\omega t + E_3 \sin 3\omega t + \ldots$, et au coefficient de self-induction L tel que

$$\frac{1}{L} = \frac{1}{L_1}(1 - 2\alpha\cos 2\omega t - 2\beta\cos 4\omega t - 2\gamma\sin 6\omega t - \ldots),$$
$$\frac{1}{L_1} = \frac{1}{T_1}\int_0^{T_1} \frac{dT}{L},$$

correspond le courant de court-circuit i_0 tel que

$$L_1\omega i_0 = \cos\omega t\left[E_1 - \alpha\left(E_1 + \frac{E_3}{3}\right) - \beta\left(\frac{E_3}{3} + \frac{E_5}{5}\right) - \gamma\left(\frac{E_5}{5} + \frac{E_7}{7}\right) - \ldots\right]$$
$$+ \cos 3\omega t\left[\frac{E_3}{3} - \alpha\left(E_1 + \frac{E_5}{5}\right) - \beta\left(E_1 + \frac{E_7}{7}\right) - \gamma\left(\frac{E_3}{3} + \frac{E_9}{9}\right) - \ldots\right]$$
$$+ \cos 5\omega t\left[\frac{E_5}{5} - \alpha\left(\frac{E_3}{3} + \frac{E_7}{7}\right) - \beta\left(E_1 + \frac{E_9}{9}\right) - \gamma\left(E_1 + \frac{E_{11}}{11}\right) - \ldots\right].$$

» Si le court-circuit n'est pas absolu, mais que $R > 0$ soit une petite fraction de $L_1\omega$, en posant $\frac{L_1}{L} = h = 1 - 2\alpha\cos 2\omega t - \ldots$,

$$i = i_0 + \frac{R}{L_1}\int h i_0\,dt + \frac{R^2}{L_1^2}\int h \int h i_0\,dt + \ldots,$$

développement qui, pour R très petit, peut être plus commode que les précédents.

» Ces procédés de calcul ne s'appliquent qu'autant que le fer est loin

de la saturation. Ils sont loin de satisfaire aux *desiderata* de la pratique; mais les procédés plus ou moins empiriques que l'on emploiera pour tenir compte de la saturation et des fuites devront toujours donner des résultats conformes à ceux des calculs ci-dessus quand on négligera la saturation seulement; en particulier, il y a incohérence entre les hypothèses L variable, E et i sinusoïdaux. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **J.-M. Noel** soumet au jugement de l'Académie une Note sur « Un nouveau télémètre ».

(Commissaires : MM. Maurice Lévy, Cornu, Becquerel.)

M. **G. Croquevielle** adresse une Note « Sur les propriétés curatives du sulfate de fer dans les maladies microbiennes ».

(Renvoi à la Section d'Économie rurale.)

CORRESPONDANCE.

GÉOMÉTRIE. — *Sur certaines surfaces remarquables du quatrième ordre.* Note de M. **G. Humbert**, présentée par M. Jordan.

« Les fonctions intermédiaires normales, dont j'ai donné ailleurs la définition, conduisent à de curieuses surfaces d'ordre quatre.

» Supposons que, entre les périodes $1, 0$; $0, 1$; g, h; h, g' d'une fonction abélienne à deux variables, u et v, existe la relation

$$g' = Dg,$$

D étant un entier positif, supérieur à l'unité, et tel que la forme $x^2 - Dy^2$ puisse représenter le nombre *trois*; on a ainsi, pour deux valeurs entières l et k,

$$l^2 - Dk^2 = 3. \tag{1}$$

Les fonctions intermédiaires normales, d'indices $2l$, $2k$, et de caractéris-

tique nulle, sont fonctions linéaires et homogènes de *douze* d'entre elles, parmi lesquelles huit : $F_1(u,v)$, $F_2(u,v)$, ..., $F_8(u,v)$, sont paires, et quatre : $\Phi_1(u,v)$, ..., $\Phi_4(u,v)$, sont impaires. Les huit fonctions F ne s'annulent simultanément pour aucun système de valeurs de u, v; les quatre fonctions Φ s'annulent simplement pour chacune des seize demi-périodes.

» Cela posé, considérons d'abord les fonctions paires F : *quatre* d'entre elles, linéairement distinctes, s'annulent pour la demi-période $u=0$, $v=0$, *avec l'ordre quatre*, c'est-à-dire que leur développement en série de Maclaurin commence par des termes du quatrième ordre en u, v.

» Désignons par $F_1(u,v)$, ..., $F_4(u,v)$ ces quatre fonctions, et soit Σ la surface, évidemment algébrique et hyperelliptique, pour laquelle les coordonnées homogènes x_1, x_2, x_3, x_4 d'un point sont proportionnelles à $F_1(u,v)$, ..., $F_4(u,v)$: si l'on observe que le nombre des zéros communs à deux fonctions intermédiaires d'indices λ, ν est $2\lambda^2-2D\nu^2$, et si l'on se souvient que les quatre fonctions F sont paires, on voit que le degré Σ est

$$\tfrac{1}{2}(8l^2-8Dk^2-16)$$

c'est-à-dire *quatre*, d'après (1).

» D'ailleurs la surface Σ a évidemment *quinze points doubles*, dont les arguments sont les quinze demi-périodes autres que $u=0$, $v=0$, et l'on établit qu'elle n'admet pas d'autre point double.

» On obtient ainsi, en faisant varier l'entier D, une infinité de surfaces du quatrième ordre à quinze points doubles, pour chacune desquelles les coordonnées d'un point sont des fonctions abéliennes de deux paramètres : ce résultat est d'autant plus intéressant que, si l'on applique la même méthode, ou une des méthodes plus générales dont il sera question tout à l'heure, en employant des fonctions intermédiaires non singulières, c'est-à-dire des fonctions thêta, la surface obtenue a toujours un seizième point double et se réduit, par suite, à une surface de Kummer.

» Les surfaces Σ dépendent des *deux* modules arbitraires des fonctions abéliennes correspondantes et de l'entier D, tandis que la surface générale d'ordre quatre, à quinze points doubles, dépend de *quatre* modules; elles possèdent toutes une même propriété géométrique, indépendante de l'entier D, et qui peut s'énoncer ainsi :

» Le contour apparent sur un plan d'une surface d'ordre quatre, à quinze points doubles, à partir d'un de ces points, se compose de quatre droites d_1, d_2, d_3, d_4 et d'une conique C; ces éléments n'ont à satisfaire qu'à une

seule condition, c'est qu'il existe une courbe du second ordre bitangente à C et tangente aux quatre droites d. Pour les surfaces Σ, une autre relation lie les droites et la conique : *il existe une courbe du second ordre*, C', *circonscrite au triangle des droites* d_1, d_2, d_3, *passant par les deux points où la droite* d_4 *coupe la conique* C, *et touchant en outre celle-ci*.

» D'ailleurs, si cette condition est satisfaite, il existe trois autres courbes du second ordre analogues à C' et qu'on obtient en permutant les quatre droites dans l'énoncé ; de là un théorème de Géométrie élémentaire qu'il serait intéressant d'établir directement.

» D'autres surfaces à quinze points doubles se définissent d'une manière semblable, à l'aide des fonctions abéliennes singulières, dont les périodes vérifient la relation

$$g' + h = Dg,$$

D étant un entier positif, tel que la forme $x^2 + xy - Dy^2$ puisse représenter le nombre *trois;* ces surfaces possèdent la propriété spéciale qu'on vient d'indiquer.

» De même, en supposant $g' = Dg$ et $l^2 - Dk^2 = 2p^2 + 1$, ou $g' + h = Dg$ et $l^2 + lk - Dk^2 = 2p^2 + 1$, on arrive à de nouvelles surfaces du quatrième ordre à quinze points doubles, pour lesquelles la propriété spéciale commune a une forme plus compliquée.

» Soit enfin S la surface pour laquelle les coordonnées d'un point sont proportionnelles aux quatre fonctions impaires $\Phi_i(u, v)$, définies précédemment; son degré est

$$\tfrac{1}{2}(8l^2 - 8Dk^2 - 16), \qquad \text{c'est-à-dire} \qquad \textit{quatre;}$$

elle n'a pas de point double et possède *deux groupes de seize droites*, qui forment une configuration remarquable, en quelque sorte complémentaire de la configuration ordinaire de Kummer : chaque droite d'un groupe rencontre en effet *dix* droites de l'autre groupe.

» L'emploi des fonctions normales singulières conduit de même à des surfaces du quatrième ordre, à quatorze, treize, douze, etc. points doubles, qui mériteraient une étude spéciale. »

CHIMIE. — *Sur la détermination du coefficient de solubilité des liquides.* Note de MM. **A. Aignan** et **E. Dugas**.

« Nous avons montré antérieurement (¹) que l'on peut déterminer avec facilité les coefficients de solubilité réciproque α et β de deux liquides A et B, qui ne sont pas miscibles en toute proportion, en agitant dans deux tubes gradués des volumes V_a, V_b et V'_a, V'_b de ces deux liquides, puis notant, après un instant de repos, les volumes des deux couches liquides V_1, V_2 et V'_1, V'_2 dans chaque tube. Les valeurs α et β sont données par les formules

$$\alpha = \frac{V_1 V'_a - V_a V'_1}{V_1 V'_b - V_b V'_1}, \qquad \beta = \frac{V_2 V'_b - V_b V'_2}{V_2 V'_a - V_a V'_2},$$

en admettant que l'on ait

$$V_a + V_b = V_1 + V_2 \qquad \text{et} \qquad V'_a + V'_b = V'_1 + V'_2.$$

Il en est ainsi quand on opère à température constante et que les deux liquides ne réagissent pas l'un sur l'autre. C'est le *premier cas* à considérer.

» Quand les deux liquides sont susceptibles de se combiner, il y a contraction du volume après agitation. Les conditions initiales du problème sont alors changées : l'un des liquides se dissout dans la combinaison, et l'excès de ce liquide lui-même non combiné dissout à saturation la combinaison formée. C'est le *deuxième cas*. Pour avoir les coefficients de solubilité réciproque, il convient de remplacer, dans les formules ci-dessus, V_1, V_2, V'_1, V'_2 respectivement par $V_1(1+\varepsilon_1)$, $V'_1(1+\varepsilon_1)$, $V_2(1+\varepsilon_2)$, $V'_2(1+\varepsilon_2)$, avec

$$\varepsilon_1 = \frac{\Delta w\, V'_2 - \Delta w'\, V_2}{V_1 V'_2 - V_2 V'_1}, \qquad \varepsilon_2 = \frac{\Delta w\, V'_1 - \Delta w'\, V_1}{V_2 V'_1 - V_1 V'_2}$$

et

$$\Delta w = (V_a + V_b) - (V_1 + V_2), \qquad \Delta w' = (V'_a + V'_b) - (V'_1 + V'_2).$$

» Il faut remarquer que α et β ne sont alors que des coefficients de solubilité apparente. α, par exemple, représente le volume de liquide A qui sature, par dissolution et combinaison, l'unité de volume du liquide B.

» Mais, en outre, au moment où l'on mélange les deux liquides pour les saturer réciproquement, il peut se produire des phénomènes acces-

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXIV.

soires, qui modifient la composition de l'un au moins des liquides, considéré comme dissolvant. On ne peut alors songer à déterminer des coefficients de solubilité, parce que le volume de liquide A dissous dans l'unité de volume du liquide B dépend, à une même température, du rapport des quantités des deux liquides A et B mis en présence. C'est le *troisième cas*.

» En opérant comme il suit, notre procédé expérimental fait connaître quel est de ces trois cas celui qui se présente quand on mélange les deux liquides A et B.

» Les deux liquides à étudier sont introduits en proportions différentes dans trois ou quatre tubes gradués et l'on note les volumes V_a, V_b, V_1, V_2 fournis par chaque tube avant et après agitation. Pour calculer α et β, il suffit de combiner les nombres lus sur deux quelconques des tubes.

» Si les diverses données fournies par les tubes 1 et 2, 2 et 3, 1 et 3, etc. permettent de calculer pour α et β des valeurs qui ne changent pas d'un groupe de deux tubes à l'autre, on se trouve dans le *premier* ou dans le *second cas*, suivant qu'à température constante le mélange s'effectue sans contraction ou avec contraction. Si, au contraire, les diverses valeurs de α et β ainsi calculées sont différentes, on est en présence du *troisième cas*; il se produit dans le mélange un phénomène accessoire, qui masque le phénomène de solubilité proprement dit.

» Afin de préciser, nous allons donner un exemple du *premier cas* et un du *troisième cas*.

» 1° *Aniline et eau*. — Les observations ont été faites à la température de +11° avec quatre tubes divisés en dixièmes de centimètre cube. On a obtenu :

Tubes.	V_a (aniline).	V_b (eau).	V_1 (couche infér.).	V_2 (couche supér.).
	cc	cc	cc	cc
1	2	18	1,4	18,6
2	5	15	4,7	15,3
3	15	5	15,5	4,5
4	18	2	18,7	1,3

d'où :

Tubes....	(1 et 4)	(1 et 3)	(2 et 4)	(2 et 3)
α........	0,036	0,037	0,033	0,034
β........	0,042	0,044	0,041	0,043

» Ces résultats concordent d'une manière satisfaisante et donnent en moyenne pour $t = +11°$

$$\alpha = 0,035, \qquad \beta = 0,042.$$

» En chauffant progressivement les tubes, on peut constater que ces deux coefficients de solubilité croissent à mesure que la température s'élève.

» 2° *Alcool amylique et eau.* — Les expériences ont été effectuées dans les mêmes conditions, à la température de $+13°$, mais elles ont fourni des résultats tout autres. Les données expérimentales sont résumées dans le Tableau suivant :

Tube.	V_a (eau).	V_b (alcool).	V_1.	V_2.	Δ_v.
	cc	cc	cc	cc	cc
1.....	17	3	18,31	1,60	0,09
2.....	13	7	14,30	5,61	0,09
3.....	7	13	7,61	12,35	0,04
4.....	3	17	2,90	17,08	0,02

» La contraction très sensible nous indique qu'il doit y avoir combinaison entre les deux liquides; et comme le calcul donne

$$\varepsilon_1 = 0,005, \qquad \varepsilon_2 = 0,$$

on doit admettre que l'alcool amylique se combine avec l'eau dans la couche inférieure seule où l'eau est en grand excès. A l'appui de cette conclusion, il faut noter que la couche inférieure seule se trouble dès qu'on l'échauffe légèrement en touchant le tube avec la main, l'alcool amylique se séparant en fines gouttelettes de l'hydrate partiellement dissocié.

» Si pour calculer α, coefficient de solubilité de l'eau dans l'alcool amylique, et β, coefficient de solubilité de l'alcool amylique dans l'eau, nous groupons nos expériences deux à deux, on obtient :

Tubes.....	(1 et 4)	(3 et 4)	(2 et 4)	(1 et 3)
α....... ..	0,019	0,027	0,023	—0,006
β........	0,084	0,146	0,118	0,082

» La variabilité de α et de β démontre que l'on a affaire à un phénomène plus complexe que la solubilité réciproque de deux liquides.

» Ces particularités peuvent s'expliquer si l'on remarque que l'*alcool amylique pur de fermentation* est un mélange en proportions variables d'alcool *isopropylacétique* et d'alcool *méthyléthyléthylique,* et si l'on admet, comme nous croyons l'avoir expérimentalement établi, que l'alcool méthyléthyléthylique, susceptible de se combiner avec l'eau, possède un coefficient de solubilité indépendant de sa proportion dans le mélange amylique, tandis que le coefficient de solubilité de l'alcool isopropylacétique, qui se dissout sans se combiner, varie notablement suivant la proportion des deux alcools isomères. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur la fécondation mérogonique et ses résultats.* Note de M. YVES DELAGE, présentée par M. H. de Lacaze-Duthiers.

« Dans une Note présentée l'année dernière à l'Académie (séance du 10 octobre), j'ai montré que, chez l'Oursin, une moitié d'œuf ne contenant pas de noyau pouvait être fécondée et se développer en un embryon. Deux mois d'études faites cette année sur le même sujet, au laboratoire de

Roscoff, m'ont permis d'étendre, de généraliser et d'approfondir ces résultats.

» La fécondation de cytoplasma ovulaire non nucléé ne se limite pas aux Échinodermes. J'ai pu l'étendre aux Mollusques (Dentale) et aux Vers (l'Annélide polychète *Lanice conchylega*). Ce n'est plus désormais une curiosité biologique, c'est un processus qui peut être généralisé et qui mérite de recevoir un nom : je propose de l'appeler *mérogonie*.

» Je n'avais l'année dernière obtenu que des masses morulaires représentant des embryons plus ou moins déformés. J'ai réussi cette année à obtenir des larves typiques et normales des trois formes étudiées, le *Pluteus* chez l'Oursin, le *Veliger* chez le Dentale et la *Trochophore* chez l'Annélide, toutes larves parfaitement agiles, ne différant que par leur taille et par quelques détails d'importance secondaire des larves provenant d'œufs entiers. Fréquemment, et pour les trois types étudiés, j'ai obtenu deux larves identiques, parfaites, d'un même œuf coupé en deux avant la fécondation.

» Pour déterminer les limites de la mérogonie, j'ai coupé des œufs en plusieurs parties égales ou en deux parties très inégales. J'ai pu obtenir, chez l'Oursin, trois larves d'un même œuf et, chez les trois types, des larves provenant de fragments représentant seulement le tiers, le quart, le dixième de l'œuf total. Chez l'Oursin, j'ai même obtenu une larve blastula ciliée, parfaitement normale et agile, aux dépens d'un fragment anucléé représentant $\frac{1}{37}$ de l'œuf. Un seul œuf pourrait donc, s'il était idéalement sectionné, donner une quarantaine de larves, toutes, moins une peut-être, dépourvues de noyau maternel.

» J'ai réussi des hybridations mérogoniques entre trois Oursins : un *Echinus,* un *Strongylocentrotus* et un *Sphærechinus*.

» Soumis à la fécondation, les fragments, anucléés ou non, d'œufs encore pourvus de leur vésicule germinative restent toujours stériles, tandis que les fragments d'œufs ayant émis leurs globules polaires, identiques en apparence aux précédents sous tous les autres rapports, sont fécondés et entrent en évolution. Il y a donc dans l'ovule, contrairement à ce qui est admis d'après les idées régnantes, une *maturation cytoplasmique,* corrélative peut-être de la maturation nucléaire, mais distincte de celle-ci. Si, en effet, l'œuf achevé, n'ayant plus qu'à émettre ses globules polaires, avait déjà un cytoplasme identique à celui de l'œuf ayant émis ces globules, on ne comprendrait pas pourquoi les fragments anucléés de ce cytoplasme se refuseraient à la fécondation, quand les fragments similaires des œufs à noyau réduit se laissent féconder.

» D'après certaines théories actuellement en cours, les chromosomes auraient une individualité, une personnalité permanentes au milieu des multiples avatars de leur évolution. Les expériences de mérogonie m'ont permis de soumettre cette idée au contrôle de l'expérience, quand on aurait pu croire qu'elle était condamnée à rester dans le domaine de la spéculation. Les cellules somatiques de l'*Echinus* ont 18 chromosomes; les cellules sexuelles mûres en ont donc 9. Les œufs normaux en ont 9 maternels et en reçoivent 9 du spermatozoïde, ce qui rétablit le nombre normal 18. Dans la mérogonie, le fragment ovulaire a 0 chromosome, le spermatozoïde lui en apporte 9; il devrait donc y en avoir 9 seulement dans les cellules de la larve. Or, il y en a 18, voilà le fait! J'ai pu, surmontant des difficultés très grandes, que comprendront sans explication tous ceux à qui ces sortes d'études sont familières, les colorer et les mettre en évidence chez les deux larves sœurs jumelles issues d'un même œuf et constater qu'elles avaient, l'une comme l'autre, 18 chromosomes, comme les larves provenant d'œufs intacts.

» Que s'est-il donc passé?

» Il s'est passé ceci, que la cellule de l'embryon mérogonique qui, à un moment donné, a reçu 9 chromosomes seulement, a néanmoins, en sortant de l'état de repos, sectionné son filament chromatique en 18 morceaux.

» La conclusion est que les chromosomes n'ont pas d'individualité propre, qu'ils ne sont que des segments quelconques du filament chromatique. La fixité du nombre des chromosomes dans les cellules d'un animal donné ne résulte pas de la permanence d'un objet qui se reproduit toujours identique à lui-même : elle est une simple propriété de la cellule comme la forme ou les autres détails de la structure; une cellule donnée, déterminée par la constitution physico-chimique de son protoplasma, a la propriété de couper son filament chromatique en *n* segments comme elle a celle de sécréter telle ou telle substance, de se contracter ou de produire de l'influx nerveux.

» En faisant la statistique des réussites de fécondation chez les œufs coupés et les œufs intacts, placés pour le reste dans des conditions absolument identiques, l'on arrive à cette constatation surprenante que, dans les expériences bien faites, la proportion des réussites est au moins aussi grande pour les œufs coupés que pour les intacts; fréquemment elle est plus élevée.

» Si l'on tient compte de ce fait que le traumatisme opératoire ne peut que nuire aux œufs sectionnés, on est conduit à cette conclusion, qui s'impose malgré son apparence paradoxale, que *la mérogonie favorise la fécon-*

dation. Je ne puis affirmer, mais tout porte à croire, que c'est à l'absence du noyau qu'est dû cet avantage. On a longtemps cru que l'ovule entier était fécondé. Il a fallu reconnaître qu'il ne peut l'être qu'après avoir éliminé les trois quarts de son noyau. On a longtemps cru que son centrosome était indispensable à son évolution; il a fallu reconnaître que le plus souvent il disparaît avant la fécondation. On est maintenant forcé d'admettre, d'après les expériences de mérogonie, que seul le cytoplasma ovulaire est *nécessaire* à la fécondation; et l'on est conduit enfin à se demander si ce quart restant du noyau n'est pas au moins *inutile* à la fécondation de l'œuf et peut-être à la formation des organes de l'embryon, si (en mettant à part les avantages qui peuvent résulter pour l'espèce du fait de l'amphimixie nucléaire) un œuf qui éliminerait *tout son noyau*, sans traumatisme, par un processus naturel analogue à l'émission des globules polaires, ne serait pas en meilleure condition pour être fécondé et en aussi bonne condition pour se développer que l'œuf normal intact.

» Les faits exposés ici viennent à l'appui des conclusions formulées dans mon travail de l'année dernière et dont je rappellerai la principale, en la complétant d'après les résultats actuels : les faits de mérogonie condamnent les théories de la fécondation qui font intervenir une polarité nucléaire, ou la nécessité de rétablir le nombre de chromosomes réduit par la maturation, ou toute autre particularité ayant son siège dans le noyau femelle; elles conduisent à admettre que, dans la fécondation, le phénomène essentiel est, non pas, comme on le croyait, la fusion d'un noyau femelle et d'un noyau mâle dans le cytoplasma ovulaire, mais l'union d'un noyau spermatique à une masse donnée de cytoplasme ovulaire et le transfert à ce cytoplasme ovulaire d'un plasma énergétique spécial contenu dans le spermocentre. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Les affinités et la propriété d'absorption ou d'arrêt de l'endothélium vasculaire* [1]. Note de M. **Henri Stassano**, présentée par M. Armand Gautier.

« Dans les différentes formes expérimentales d'empoisonnement par le mercure, j'avais noté que les organes et tissus où ce toxique s'accumule sont les plus vascularisés : la rate, les reins, le foie, les poumons, la moelle des os, la peau, les muscles. Ils retiennent tous le mercure bien après que

---

[1] Travail du Laboratoire de Toxicologie de la Préfecture de Police et du Laboratoire de Physiologie de la Sorbonne.

celui-ci a disparu du sang. Ce n'est donc pas au sang lui-même qu'on peut rapporter sa prédominance dans ces organes, mais, comme on va le voir, aux parois elles-mêmes qui auraient une véritable affinité pour le métal.

» Cette interprétation trouve un appui dans la commune origine embryogénique des cellules endothéliales et des leucocytes que j'ai déjà démontrée s'emparer du sublimé ([1]). Elle cadre avec la propriété de fixer les sels de fer et d'argent, l'encre de Chine, le carmin ammoniacal, etc., reconnue à l'endothélium vasculaire par Kobert et ses élèves et Kowalewsky.

» Faute d'un réactif microchimique pour déceler le mercure dans les cellules endothéliales, j'ai dû recourir à l'analyse chimique ordinaire. Le principe de la méthode est le suivant : S'il y a fixation du mercure par les parois vasculaires, l'apport de ce métal à un organe déterminé doit varier suivant la longueur et l'étendue du réseau vasculaire parcouru par la solution mercurielle avant d'arriver à cet organe.

» J'ai choisi deux bouledogues, de même poids et de même âge, et je leur ai injecté la même dose de sublimé (3^{mgr} par kilogramme) dissous dans la solution physiologique. A l'un d'eux, l'injection fut faite, vers le cœur, dans la jugulaire, tandis qu'à l'autre, elle fut pratiquée dans l'artère crurale, au pli de l'aine. On compara : 1° les quantités de mercure fixées dans le poumon et le cœur, dans l'un et l'autre cas; 2° le mercure retenu séparément dans la peau, les muscles et les os de la jambe injectée directement, avec le mercure fixé, chez le même chien, dans chacun des tissus correspondants de l'autre jambe postérieure, qui ne recevaient la solution mercurielle qu'après qu'elle avait franchi les capillaires de la jambe injectée, les vaisseaux de la petite circulation et enfin les voies artérielles de la grande.

» Le résultat de ces comparaisons fut démonstratif. L'anneau de mercure donné par le poumon du chien injecté dans la jugulaire fut presque triple de celui du poumon du chien injecté dans la crurale. De même, la trace de mercure arrêtée par le cœur du premier chien est bien plus marquée que celle localisée dans le cœur du second. A leur tour, les trois anneaux de mercure provenant de la peau, des muscles et des os de la jambe injectée furent quatre à cinq fois plus étendus que les anneaux correspondants de la jambe opposée.

» Il est démontré assez clairement, par cette expérience, qu'une grande partie du mercure injecté dans les vaisseaux se fixe presque instantanément sur place. Il reste à savoir dans quels éléments cellulaires le mercure s'arrête : est-ce dans l'endothélium, est-ce dans les tuniques vasculaires sous-jacentes?

» Pour en décider, j'ai recherché si les modificateurs de l'endothélium faisaient varier l'absorption du mercure. Le violet de méthyle, d'après

---

([1]) *Comptes rendus*, 31 octobre 1898.

Cavazzani, Ferrari et Finzi, a une affinité considérable pour les cellules endothéliales et, en s'y fixant, en entrave les manifestations vitales. Si l'arrêt du mercure se fait dans les cellules endothéliales, il est clair que l'injection intraveineuse préalable de violet de méthyle modifiera l'absorption du mercure par les parois vasculaires. Or, j'ai trouvé qu'effectivement une injection de 30^{mgr} de sublimé n'a presque pas laissé de traces de son passage à travers les organes les plus vasculaires (foie, rate, reins, poumons, etc.) chez deux chiens de 10^{kg} à 12^{kg}, quand je leur injectais au préalable 30^{cc} à 40^{cc} d'une solution saturée de violet de méthyle, chez l'un par la jugulaire, chez l'autre par la saphène.

» Pour démontrer encore plus solidement cette action du violet de méthyle sur la capacité d'absorption de l'endothélium vasculaire, j'ai remplacé ensuite le sublimé par la strychnine. A un bouledogue de 8^{kg}, j'injecte dans la carotide 30^{cc} d'une solution saturée de violet de méthyle à 38° et, quelques minutes après, par la même artère, de très petites doses de strychnine. La même solution de toxique est employée simultanément chez un autre bouledogue qui sert de témoin. Je commence par 1^{cc} d'une solution à 0,20 pour 1000; dix minutes après, j'injecte un deuxième centimètre cube : à la suite de cette seconde injection, le chien normal se raidit à chaque coup qu'on frappe sur la table à vivisection; le chien au violet de méthyle, au contraire, ne bouge pas; lorsqu'en augmentant la dose, ce dernier commence à ressentir l'action de la strychnine, le témoin est, déjà depuis longtemps, en plein tétanos.

» Une objection se présente cependant. L'examen histologique montre que les cellules endothéliales sont les premières et presque les seules attaquées par le violet de méthyle; mais on pourrait penser que ce corps, agissant encore sur les centres cérébraux, peut émousser leur sensibilité à l'égard de la strychnine. Pour lever ce doute, j'ai examiné le degré d'excitabilité électrique d'un hémisphère cérébral qui venait de recevoir une injection de violet de méthyle par la carotide correspondante, vis-à-vis de l'excitabilité de l'hémisphère opposé chez le même chien, et j'ai noté du côté de l'injection une surexcitation bien marquée (7° du chariot) à la place de l'affaiblissement qu'on pouvait craindre.

» Ces expériences confirment la relation qui existe entre la fixation du poison par l'endothélium et l'apparition des phénomènes toxiques. Les expériences suivantes font connaître, en outre, comment cette même propriété de fixation par les cellules endothéliales, dangereuse pour l'organisme dans le cas précédent, se transforme en un mécanisme protecteur lorsque l'injection toxique se produit loin des centres nerveux.

» A deux chiens de 10^{kg} à 12^{kg}, du même âge et de la même race, on injecte, par petites doses de 1^{cc} chacune, une solution à 0,20 pour 1000 de strychnine; à l'un par la

carotide, à l'autre par l'artère crurale. Dès les premières doses, le chien injecté par la carotide a des secousses tétaniques qui deviennent plus fréquentes à mesure qu'on répète les injections, tandis qu'il faut le double de strychnine pour que le chien injecté par la crurale présente les mêmes symptômes; en poussant plus loin l'empoisonnement, cette différence s'accentue jusqu'à ce qu'une nouvelle injection, de 4^{mgr} à 5^{mgr}, soit nécessaire pour faire entrer ce chien en tétanos, tandis que le premier est mis dans cet état dès que l'on atteint la dose de 3^{mgr} à 4^{mgr}.

» En remplaçant la strychnine par le curare, qui n'exerce son action que sur les terminaisons des nerfs, on fait ressortir, d'une façon encore plus frappante, par une sorte de contre-épreuve, le rôle que l'endothélium vasculaire joue, tour à tour, dans la production des phénomènes toxiques, ou contre ces mêmes manifestations, selon que l'arrêt du poison se fait près ou loin des éléments cellulaires, sur lesquels se porte son action.

» A un chien auquel on a mis à nu les bouts supérieurs des nerfs cruraux, on injecte une dose modérée de curare ($0^{cc},5$ par kilo, d'une solution à 1 pour 100) dans une des artères crurales, près du pli de l'aine, et de suite, on mesure l'excitabilité des deux nerfs découverts au moyen du chariot inducteur. On note d'abord que la surexcitabilité nerveuse motrice, par laquelle débute l'action du curare, est bien plus prononcée dans la jambe qui a reçu directement l'injection que dans la jambe opposée. Cette différence a pu atteindre dans une de mes expériences jusqu'à 18°. Dans la phase de paralysie, c'est encore du côté de l'injection que le curare agit avec le plus d'intensité, les écarts d'excitabilité des nerfs respectifs variant de 1° ou 2° à 7° ou 8°. A mesure que le curare s'élimine, on voit apparaître les mouvements spontanés dans les doigts et la patte de la jambe de l'autre côté de l'injection, tandis que du côté injecté persiste la plus complète immobilité.

» En résumé, ces expériences démontrent que l'affinité de l'endothélium vasculaire pour le mercure est la cause de la prédominance de ce toxique dans les organes les plus sanguins. En établissant que cet endothélium agit de même vis-à-vis d'autres poisons, tels que la strychnine et le curare, ces mêmes expériences élargissent le cadre de nos connaissances sur les affinités multiples des cellules endothéliales et donnent une portée générale au rôle de ces cellules, qui fonctionnent dans l'économie tantôt comme organes d'absorption, tantôt comme organes d'arrêt. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *La mort par les décharges électriques.* Note de MM. **J.-L. Prevost** et **F. Battelli.**

« Nous avons fait, dans le laboratoire de Physiologie de l'Université de Genève, une série de recherches sur des *chiens*, des *lapins* et des *cochons d'Inde*, dont nous résumons les principaux résultats dans cette Note.

» Nous nous sommes servis d'une batterie de condensateurs, constitués par de grandes plaques de verre, recouvertes sur une partie de leurs deux faces de papier d'étain. La capacité de ces condensateurs, mesurée au moyen d'un galvanomètre balistique, était pour chaque plaque d'environ 0,16 microfarad. Elles étaient chargées au moyen d'une grosse bobine de Ruhmkorff. La distance explosive était mesurée en faisant éclater l'étincelle entre les deux sphères d'un spinthéromètre; chaque sphère étant reliée par un conducteur métallique à une armature du condensateur. L'animal soumis à l'expérience était inséré dans le circuit de l'un des conducteurs. Les électrodes étaient habituellement placées, l'une dans la bouche, l'autre dans le rectum.

» Les physiciens ont, on le sait, mesuré le potentiel correspondant aux distances explosives. Nous connaissions donc : la capacité C du condensateur, et le potentiel v de la distance explosive. Dans ces conditions, nous pouvions calculer facilement soit la quantité d'électricité

$$Q = cv,$$

qui traverse l'animal à chaque décharge, soit l'énergie électrique

$$W = \tfrac{1}{2} c v^2.$$

» Dans un grand nombre d'expériences, nous avons inscrit la pression artérielle sur un kymographion.

» Les résultats de nos nombreuses expériences (270) peuvent se résumer comme suit :

» 1. Les effets mortels de la décharge électrique ne sont pas proportionnels à la quantité Q.

» 2. Les effets mortels de la décharge électrique sont proportionnels, dans la limite de nos expériences, à l'énergie W. En d'autres termes, les effets mortels de la décharge sont proportionnels à la capacité et au carré du potentiel.

» 3. Au-dessus d'une certaine limite (15^{mm} environ), les augmentations de la distance explosive ne sont pas suivies d'augmentations correspondantes dans les effets mortels.

» En employant une capacité égale à 1 et une étincelle de 4^{cm}, on obtient approximativement les mêmes effets qu'avec une capacité égale à 4 et une étincelle de 1^{cm}.

» Il en résulte que, pour obtenir des effets mortels, il est d'abord plus avantageux d'augmenter la distance explosive; mais au delà d'une certaine limite (15^{mm} environ) il est plutôt avantageux d'augmenter la capacité du condensateur.

» 4. L'inversion des pôles n'a pas d'influence appréciable sur les effets mortels des décharges électriques.

» 5. La plus grande *énergie électrique* W dont nous disposions, savoir

environ 1000 joules, n'est pas suffisante pour tuer un chien de 6kg à 7kg; même en soumettant l'animal à deux décharges consécutives.

» Une décharge électrique doit avoir une énergie de 900 à 1000 joules environ, pour arrêter d'une manière certaine la respiration d'un lapin de 2000gr, les électrodes étant placées dans la bouche et le rectum.

» Dans les mêmes conditions, chez un jeune lapin de 1200gr, la respiration est complètement arrêtée, lorsque l'énergie de la décharge atteint 350 joules environ.

» Dans les mêmes conditions, la respiration thoracique est complètement arrêtée par une décharge d'une énergie de 400 joules environ, chez un cochon d'Inde de 500gr, par une énergie de 250 joules chez un cochon d'Inde de 350gr, et par 130 joules chez un cochon d'Inde de 250gr.

» En comparant ces chiffres, on voit que, d'une manière générale, l'énergie de la décharge nécessaire pour tuer un animal augmente avec son poids. Toutefois, l'âge joue un certain rôle, les jeunes animaux étant plus sensibles aux effets de la décharge électrique que les adultes.

» 6. Chez le chien et le lapin, nous avons pu, en répétant les décharges à quelques secondes d'intervalle, observer une sommation des effets produits et réaliser les symptômes que pourrait produire une seule décharge d'une plus forte énergie. Cependant l'énergie dépensée dans plusieurs décharges à quelques secondes d'intervalle produit des effets moins dangereux que lorsque cette énergie est dépensée en une seule décharge.

» 7. D'une manière générale, on peut diviser les effets de la décharge en cinq phases, proportionnelles à l'énergie employée, qui varie selon les espèces animales et le poids des animaux.

» *Première phase.* — Contraction musculaire généralisée unique, sans autre effet appréciable (cochons d'Inde, 49 à 69 joules; lapins, 69 joules; chiens, 1000 joules).

» *Deuxième phase.* — Convulsions cloniques; le centre respiratoire n'est pas encore fortement atteint et l'animal se remet rapidement (cochons d'Inde, 69 joules; lapins, 170 joules). Chez les jeunes cochons d'Inde souvent la mort est produite, dans cette phase, par la perte de l'élasticité pulmonaire; ce qui empêche même la respiration artificielle de se faire d'une façon efficace.

» *Troisième phase.* — Convulsions toniques; arrêt habituellement momentané de la respiration thoracique (cochons d'Inde, 138 joules; lapins, 250 à 550 joules).

» *Quatrième phase.* — Inhibition générale du système nerveux. Pas de

convulsions; perte des réflexes; arrêt absolu de la respiration thoracique. Les muscles lisses sont encore excitables. Les oreillettes du cœur sont fréquemment arrêtées (cochons d'Inde, 341 joules; lapins, 770 à 1000 joules).

» *Cinquième phase.* — Arrêt complet du cœur; perte de l'excitabilité des muscles lisses de l'intestin, avec conservation de l'excitabilité des muscles striés et des nerfs moteurs (jeunes cochons d'Inde seulement, de 750 à 1000 joules).

» 8. La *pression artérielle* offre des modifications variables. Dans la première phase, la pression monte, après une descente momentanée préalable. Dans les deuxième, troisième, quatrième phases, elle monte, en général, brusquement et reste élevée.

» Cette ascension de la pression montre que le centre vaso-moteur n'est pas paralysé à un moment où le centre respiratoire est déjà inhibé.

» Aux troisième et quatrième phases, on observe quelquefois, chez le cochon d'Inde, une chute de la pression due aux trémulations fibrillaires des ventricules. Ces trémulations sont passagères et les battements des ventricules se rétablissent; mais ces battements sont alors le plus souvent sans énergie et la pression reste à l'abscisse.

» Chez le chien l'ascension de la pression due aux premières décharges peut être suivie d'une chute à l'abscisse, suite des trémulations ventriculaires, lorsque des décharges d'une certaine énergie ont été répétées un certain nombre de fois.

» 9. Les lésions anatomiques macroscopiques observées ont été : la perte d'élasticité pulmonaire, grave surtout chez les jeunes cochons d'Inde; des phénomènes congestifs, avec œdème pulmonaire; des ecchymoses sous-pleurales surtout dans les cas où la respiration est devenue dyspnéique, sans être supprimée totalement.

» La rigidité cadavérique est habituellement rapide et énergique. »

BOTANIQUE. — *Greffe de quelques Monocotylédones sur elles-mêmes.* Note de M. Lucien Daniel, présentée par M. Gaston Bonnier.

« On sait que la greffe des Monocotylédones a été essayée sans succès depuis les temps les plus reculés.

» Le procédé que Théophraste désignait par le verbe ἐπισπείρειν, et qu'au moyen âge on a appelé la *greffe des gramens*, n'est autre chose qu'un semis

sans rapport avec la greffe. En effet, si l'on place un grain de blé dans un tubercule, une racine, ou tout autre organe de plante préalablement fendu, et si l'humidité est suffisante, la germination s'effectuera, mais à aucun moment il n'y aura trace de soudure et par conséquent pas de greffe.

» Je ne puis considérer comme plus sérieuse l'affirmation d'Ysabeau (¹) quand il prétend que l'on pratique avec succès la greffe du riz en Italie, ce qui, dit-il, ouvre toute une série nouvelle de greffes que le temps peut rendre fécondes.

» Les greffes exécutées à l'instigation du botaniste de Candolle, sur des Monocotylédones à couches génératrices du genre *Dracœna*, n'ont point donné de résultats positifs. Ces greffes se sont maintenues un an environ, puis se sont desséchées sans cause apparente et *sans avoir poussé* (²).

» On peut donc dire que l'on n'a jamais jusqu'ici obtenu le développement d'un greffon après l'opération de la greffe dans les Monocotylédones.

» Depuis plusieurs années, j'ai pratiqué des essais nombreux et de nature variée sur la cicatrisation et la greffe des Monocotylédones (³).

» J'ai obtenu bien des fois la reprise complète des deux lèvres d'une longue fente longitudinale pratiquée dans les tiges du Lis blanc, du Glaïeul, du *Funkia cordata*, du *Canna*, dans les pseudobulbes des Orchidées du genre *Lœlia*, etc., et même dans la tige très jeune d'une Cryptogame, le *Selaginella arborea*.

» La réussite facile de ces cicatrisations m'avait engagé à essayer la greffe en fente de quelques Monocotylédones (Lis blanc, etc.). Malgré une soudure bien nette, mais peu étendue, ces greffes ne poussèrent pas et se maintinrent six semaines environ. En opérant par le procédé de la greffe anglaise en approche sur différents Caladiums, j'obtins encore une soudure imparfaite. Le greffon s'est maintenu bien vert, mais ses feuilles sont tombées. L'expérience a été commencée il y a quatre mois, et son succès paraît aujourd'hui compromis. J'ai conclu de là que les greffes en fente et en approche donnaient des résultats mauvais à cause de l'insuffisance des communications séveuses entre le sujet et le greffon après une cicatrisation insuffisamment étendue.

» Dans le but d'augmenter l'étendue des surfaces en contact, j'ai eu

---

(¹) YSABEAU, *Le jardinier de tout le monde*, p. 78; Paris, s. d.

(²) DE CANDOLLE, *Physiologie végétale*, p. 785; Paris, 1832.

(³) L. DANIEL, *Recherches anatomiques sur les greffes herbacées et ligneuses*, p. 38; Rennes, 1896.

recours à la greffe anglaise simple ou greffe par copulation. Pour être aussi certain que possible de la reprise, j'ai opéré sur une même plante : j'en ai sectionné très obliquement la tige à peu de distance du sommet végétatif (un décimètre environ) et j'ai replacé ce greffon au même endroit en ligaturant fortement. L'opération a été faite en mai dernier sur la Vanille (Orchidées) et sur le *Philodendron* (Aroïdées). La reprise de ces végétaux ainsi greffés sur eux-mêmes est aujourd'hui complète; les entre-nœuds du greffon se sont allongés, deux feuilles nouvelles se sont développées ainsi qu'une racine aérienne. Le greffon est aussi vigoureux que les parties correspondantes non greffées.

» La présence sur le greffon de racines aériennes n'a rien de surprenant. On sait en effet que les Monocotylédones en question possèdent deux catégories de racines : les unes, terrestres, puisent la nourriture dans le sol; les autres, aériennes, pompent l'humidité de l'air. Or ces dernières ne peuvent à elles seules assurer le développement de la plante, ainsi qu'il est facile de s'en assurer par l'expérience. Elles y contribuent seulement.

» Les greffes de Vanille et de *Philodendron* réalisent donc une sorte de *greffe-mixte* ([1]), très utile à la reprise; comme il y a soudure et aussi transport des sèves entre la partie sujet et la partie greffon, c'est bien d'une *véritable greffe* et non d'une *greffe-bouture aérienne* qu'il s'agit ici.

» En résumé, la réussite de la greffe anglaise simple de la Vanille et du *Philodendron* sur eux-mêmes montre que *la greffe des Monocotylédones, même dépourvues de couches génératrices, ne doit plus être considérée comme impossible*. Cette réussite fait voir aussi que *la reprise dépend de l'étendue des surfaces en contact, du procédé de greffage et de la nature des plantes que l'on veut associer.* »

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *La Graisse, maladie bactérienne des Haricots.* Note de M. **Delacroix**, présentée par M. Prillieux.

« Dans la région du sud-ouest des environs de Paris, la culture en grand des Haricots, très répandue, fait d'ordinaire partie de l'assolement triennal des terres, et l'on utilise à cet effet, le plus souvent, la variété Flageolet Chevrier dont la graine à tégument vert clair est très estimée pour la consommation à l'état sec.

([1]) L. Daniel, *La greffe-mixte* (*Comptes rendus*, 2 novembre 1897).

» Dans toute cette région, les Haricots sont envahis par une maladie de nature bactérienne que les cultivateurs appellent communément la *Graisse*.

» Le mal se rencontre tous les ans plus ou moins abondant; il sévit surtout dans les années humides et orageuses, et il devient bien apparent lorsque les premières gousses formées atteignent 8^{cm} à 10^{cm} de longueur. C'est sur la gousse que la maladie est immédiatement visible; elle y forme des taches d'étendue variable à coloration verte plus intense au début que sur le restant de la surface de la gousse. Ces taches ne peuvent être mieux comparées qu'à une tache de graisse ou d'huile : d'où la dénomination appliquée à la maladie. Cette teinte offre encore une grande similitude avec celle que la gelée imprime aux gousses. Les tiges, les pétioles, les feuilles sont souvent aussi envahis, mais le caractère de la tache y est moins net et surtout plus fugace.

» L'apparence de la maladie revêt des caractères un peu dissemblables selon la variété de Haricot. Sur certains Flageolets, sur le Haricot Petit Suisse, la tache reste souvent sèche, un peu grisâtre et, dès le début, colorée sur les bords d'un ton rouge brique, tandis que, sur le Haricot de Bagnolet et surtout le Flageolet Chevrier, la tache se ramollit et laisse exsuder, surtout si la saison est pluvieuse, un liquide visqueux qui renferme des quantités innombrables de bactéries; la coloration marginale rougeâtre est moins marquée et son apparition est plus tardive.

» La dimension des taches est variable, leur forme irrégulière, elles sont assez souvent confluentes. La lésion, d'abord localisée aux couches superficielles de la gousse, s'étend bien vite en profondeur. A ce moment, le centre de la tache est souvent un peu nacré; cette apparence tient au décollement qui s'est opéré entre l'épiderme et le parenchyme sous-jacent; entre eux s'interpose une mince couche d'air.

» La partie profonde de la gousse comme la face externe exsude le liquide visqueux chargé de bactéries. Les graines peuvent alors être envahies à leur tour et le liquide en question se concrète autour d'elles en petites masses jaunâtres qui sont de véritables cultures bactériennes. Quand les gousses sont attaquées jeunes et que les conditions extérieures favorisent l'extension rapide de l'infection, beaucoup de graines se développent mal et il en est qui se désorganisent de la même manière que les gousses. D'autres, quoique infectées, peuvent mûrir et germer ultérieurement; mais un très petit nombre des plantes qui en proviennent arrivent à un développement complet.

» Les portions atteintes des gousses finissent par se ramollir entièrement et former un putrilage verdâtre qu'envahissent divers saprophytes.

» L'examen microscopique montre, dès le début, des quantités considérables de bactéries à l'intérieur des cellules correspondant à une tache; ces bactéries sont assez peu mobiles, allongées, faiblement arrondies aux deux bouts, en général isolées, bien plus rarement associées bout à bout par deux ou trois; leur dimension moyenne est de $1,2\mu$ à $1,5\mu$, de $0,3\mu$ à $0,4\mu$. Cette bactérie n'est peut-être pas différente du *Bacillus Phaseoli* décrit récemment par M. E.-F. Smith et qui cause sur les Haricots aux États-Unis une maladie dont la description se rapporte un peu à celle de la « graisse » ([1]).

» Quand l'infection date d'un certain temps, les parois cellulaires sont en partie détruites; le contenu s'épanche dans des lacunes où les bactéries pullulent abondamment et qui sont le point de départ de ce flux de liquide visqueux apparaissant sur les parties tachées des gousses.

» Les bactéries se cultivent facilement sur les milieux artificiels, bouillon peptonisé, bouillon de Haricots neutralisés, etc. Elles reproduisent l'infection quand on les introduit dans les tissus sains de la gousse; on y peut employer soit la pulpe d'une gousse infectée, soit des cultures artificielles. Ces dernières semblent perdre leur virulence rapidement. Nous n'avons pu réaliser aucune infection à partir de la troisième culture.

» Les gousses s'infectent parfaitement par contact. Il suffit de ligaturer une tache de façon à établir la coaptation de sa surface avec celle d'une gousse saine pour que celle-ci soit envahie à son tour; la tache apparaît dès le sixième jour. C'est par ce moyen d'ailleurs que la graisse s'infecte dans la gousse.

» Nos expériences poursuivies depuis la fin de l'été de 1896 à la station de Pathologie végétale nous ont permis d'établir que l'infection se fait au début sur un nombre restreint de gousses par l'intermédiaire du sol et que par le contact elle se répand de proche en proche.

» Les premières taches sur les gousses, dans les variétés sans rames, qui sont celles que la graisse attaque le plus souvent, siègent généralement vers la pointe du fruit qui touche le sol, partie qui correspond au style de la fleur accru et transformé. On la voit dès le début tachée de petites parcelles de terre à l'endroit où débutent les taches.

» Nos expériences poursuivies depuis l'année 1896, variées de différentes manières, nous ont prouvé que c'est le sol qui est le véhicule de la maladie à son début. Les Haricots de semis tachés par la graisse ne se

([1]) E.-F. Smith, *Description of Bacillus Phaseoli* (*Proceedings of Americ. Assoc. for advanc. of Sc.*, t. XLVI, p. 288; 1897).

développent qu'incomplètement, et la grande majorité présentent des taches, virulentes pour les gousses dès la période cotylédonaire; ils pourrissent sur le sol, les bactéries s'y répandent et infectent les organes des plantes voisines, les gousses particulièrement, lorsqu'elles arrivent au contact de sol contaminé. Puis, la maladie se répand de proche en proche, sans doute par simple contact.

» Un traitement curatif ou préventif sur la plante vivante n'est pas réalisable. Il faut seulement se mettre à l'abri de la contamination. Pour cela, on veillera rigoureusement en grande culture à observer l'assolement triennal et l'on ne sèmera que des graines soigneusement choisies, dépourvues de toute tache et provenant de préférence d'une région où ne sévit pas la maladie. »

GÉOLOGIE. — *Observations relatives au dépôt de certains travertins calcaires;* Note de M. **Stanislas Meunier**.

« De récentes excursions dans les gorges des Préalpes vaudoises m'ont procuré des observations précises sur le mode de génération de quelques-uns des amas de tuf calcaire qui sont si fréquents et si volumineux dans cette région. Il en résulte, en effet, que dans bien des cas, le dépôt du carbonate de chaux résulte de circonstances dans lesquelles un phénomène de pure physiologie végétale joue le rôle prépondérant.

» Les eaux qui suintent le long des escarpements et qui ont circulé dans des couches calcaires épaisses et crevassées renferment du bicarbonate de chaux dont le dépôt pourrait théoriquement être déterminé par le simple dégagement de l'acide carbonique surabondant, mais qui, en réalité, comme il est facile de le constater, tient à une autre disposition; de telle sorte que le gaz qui se dégage n'est pas de l'acide carbonique.

» En choisissant, au moment où le soleil darde ses rayons sur le point de production du tuf, des localités convenables, comme j'en ai rencontré plusieurs sur la rive droite des torrents appelés la Baie de Clarens et le Chauderon (ou Baie de Montreux), on reconnaît aisément que les bulles très fines qui se dégagent du liquide sont de l'oxygène. Du même coup, on s'aperçoit que le tuf déposé est associé à une véritable gelée organique présentant par place une nuance verdâtre très sensible.

» Au microscope j'y ai déterminé d'innombrables individus de *Protococcus viridis* et d'autres Algues dont les plus fréquentes sont des Nostocs,

des Oscillaires et des Diatomées variées. Après dessiccation, la masse produite, légère et spongieuse, est grossièrement feuilletée au moins dans certains points où elle peut se défaire par petits lits superposés, et l'on constate que chacun des lits dont il s'agit correspond à une période d'activité plus grande de la concrétion résultant de l'intervention du soleil. Il va sans dire que la matière est très facilement soluble dans les acides étendus; cependant elle laisse un résidu insoluble dont la proportion (environ 2 à 3 pour 100) a de quoi surprendre. On y trouve des débris végétaux et jusqu'à des débris de mousse, des flocons d'argile et de très fins grains de quartz peut-être apportés par le vent, et des carapaces de Diatomées.

» Le mécanisme de la précipitation minérale paraît facile à reconstituer : il faut admettre que le résultat de la fonction chlorophyllienne, réalisée dans la substance des végétaux qui ont été énumérés, est de décomposer précisément cet acide carbonique grâce auquel le carbonate calcique était tenu en dissolution.

» Dans cette manière de voir, le dépôt du tuf s'accompagne du déversement dans l'atmosphère d'une quantité correspondante d'oxygène, et c'est un fait digne d'attention au point de vue du régime chimique de l'océan aérien.

» Déjà des observateurs américains ont insisté sur le rôle des plantes inférieures dans le dépôt des travertins siliceux; il est intéressant de reconnaître que la Physiologie végétale peut intervenir aussi dans la constitution des travertins calcaires ».

La séance est levée à 4 heures.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 23 octobre 1899.

Icones Fungorum, ad usum Sylloges Saccardianæ adcommodatæ, auctore A.-N. Berlese. Vol. II, fasc. IV : *Sphæriaceæ Dictyosporæ* (contin. et finis), pag. 113-216, tab. CXLV-CLXXVIII et I-X genera. Patavii typis seminarii, 1899; 1 fasc. pet. in-4°. (Présenté par M. Bornet. Hommage de l'Auteur.)

Toxicologie africaine : étude botanique, historique, ethnographique, etc...,

sur les végétaux toxiques et suspects propres au Continent africain et aux îles adjacentes, par A.-T. DE ROCHEBRUNE, précédée d'une préface de M. le professeur BROUARDEL, Membre de l'Institut. T. II, fasc. 1 et 2. Paris, Octave Doin, 1898-99; 2 vol. in-8°.

Ministère de la Guerre, État-Major de l'Armée, Service géographique (trente feuilles de diverses Cartes nouvellement publiées).

Société nationale d'Agriculture de France. Séance publique solennelle du 5 juillet 1899. *Discours de M.* JEAN DUPUY, *Ministre de l'Agriculture. Discours de M.* LEVASSEUR, *Président de la Société. Compte rendu des travaux de la Société,* par M. LOUIS PASSY. Paris, Chamerot et Renouard, 1899; 1 fasc. in-8°.

Ministère de l'Agriculture. Bulletin. XVIII[e] année, n[os] 1 et 3. Paris, Imprimerie nationale, 1899; 2 fasc. in-8°.

Position of nova Sagittarii, by EDWARD-C. PICKERING. (Harvard College observatory. Circular n° 46.) September 1899; 1 feuille in-4°.

I convogli-ospedali-fluviali della Croce Rossa e l'esperimento fondamentale del 1891; riposta ad un articolo della *Rivista militare,* del capitano GIUSEPPE OLIVARI. Genova, Fratelli Waser, 1899; 1 fasc. in-12. (Hommage de l'Auteur.)

Almanaque nautico para el ano 1901, *calculado de orden de la superioridad en el instituto y observatorio de Marina de San Fernando.* San Fernando, 1899; 1 vol. in-8°.

Revue des questions scientifiques, publiée par la Société scientifique de Bruxelles. T. XVI (2[e] série). Louvain, 1899; 1 vol. in-8°.

Journal and proceedings of the Royal Society of New South Wales. Vol. XXXII, 1898. Sydney, 1899; 1 vol. in-8°.

Memorie della Regia Accademia di Scienze, Lettere ed Arti in Modena. Serie III, Vol. I, tavole XVI. In Modena, 1898; 1 vol. in-4°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 30 OCTOBRE 1899,

PRÉSIDENCE DE M. VAN TIEGHEM.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **Poincaré**, Président du Bureau des Longitudes, présente à l'Académie la *Connaissance des Temps pour l'année* 1902. Ce Volume contient une amélioration importante. A la suite d'une Conférence qui eut lieu en 1896 entre les directeurs des quatre grandes Éphémérides, anglaise, allemande, américaine et française, il fut convenu que ces quatre publications s'entendraient pour fournir aux astronomes les positions apparentes de plusieurs centaines de fondamentales.

La *Connaissance des Temps* de cette année donne, en outre, les positions moyennes de toutes les étoiles du Catalogue de M. Newcomb dont les positions apparentes ne figurent dans aucune des quatre Éphémérides.

A côté de ces positions moyennes, la *Connaissance des Temps* donne les logarithmes des coefficients a, b, c, d, a', b', c', d', d'où l'on peut déduire pour chaque jour les positions apparentes par un calcul facile.

Grâce à cette heureuse innovation, les astronomes auront désormais à leur disposition les 1600 fondamentales du Catalogue de M. Newcomb.

GÉOLOGIE. — *Sur l'intervention des végétaux dans la formation des tufs calcaires;* par M. DE LAPPARENT.

« A propos de la récente Communication de M. Stanislas Meunier (¹) sur la part des végétaux inférieurs dans la précipitation du calcaire des tufs, je crois opportun de rappeler que, dès 1862, M. Cohn a nettement signalé le rôle que jouent les mousses et les algues microscopiques, tant à Carlsbad qu'à Tivoli, où leur avidité pour l'acide carbonique serait la cause déterminante du dépôt calcaire. Les observations de M. Cohn n'ont d'ailleurs point passé inaperçues et, depuis 1881, elles n'ont cessé d'être mentionnées dans les diverses éditions de mon *Traité de Géologie*, à propos des sources thermales et des sources incrustantes non thermales. »

ASTRONOMIE. — *Sur la comète Giacobini;* par M. PERROTIN.

« Les éléments de la comète découverte le 29 septembre, à l'observatoire de Nice, avec l'équatorial coudé et dont j'ai l'honneur de demander l'insertion dans les *Comptes rendus de l'Académie*, ont été calculés par M. Giacobini, à l'aide de trois lieux normaux basés sur les observations, au nombre de vingt, faites dans divers observatoires, dans celui de Nice en particulier, par M. Javelle, du 30 septembre au 24 octobre.

Éléments.

T = 1899, septembre 14,4446; temps moyen de Paris.

$$\left.\begin{aligned} \omega &= 10^\circ 30' 10'',4 \\ \Omega &= 272.14.27,2 \\ i &= 76.59.31,7 \end{aligned}\right\} 1899,0.$$

$$\log q = 0,251540$$

» L'observation du milieu se trouve représentée comme il suit :

$$\text{O} - \text{C}, \qquad \Delta\alpha \cos\delta = -4'',4, \qquad \Delta\delta = +3'',3.$$

(¹) *Comptes rendus*, 23 octobre 1899.

» La forme de l'orbite est sensiblement celle d'une parabole, pour le moment, du moins.

» De ces éléments on a déduit, pour les coordonnées héliocentriques équatoriales, les expressions ci-dessous :

$$x = [\bar{1},610019] \sin(v + 20°21'54'',5) \text{séc}^2 \tfrac{1}{2} v,$$
$$y = [0,248140] \sin(v + 258.\ 0.11,2) \text{séc}^2 \tfrac{1}{2} v,$$
$$z = [0,243443] \sin(v + 346.36.\ 4,1) \text{séc}^2 \tfrac{1}{2} v,$$

qui ont servi à calculer l'éphéméride suivante donnant les lieux vrais rapportés à 1899,0.

Éphéméride.

Temps moyen de Paris.		α.	δ.	log Δ.
1899. Novembre.....	20,5	17h47m39s,1	+ 9°29'34"	0,4146
	22,5	17.50.56,5	+10. 2.11	0,4170
	24,5	17.54.15,0	+10.34.58	0,4194
	26,5	17.57.34,7	+11. 7.59	0,4217
	28,5	18. 0.55,4	+11.41.14	0,4239
Novembre.....	30,5	18. 4.17,2	+12.14.44	0,4261
Décembre.....	2,5	18. 7.40,2	+12.48.30	0,4281

» La comète qui avait une nébulosité d'une minute et demie d'arc environ, au moment de la découverte, n'a plus maintenant qu'une minute. Par contre, le noyau semble avoir augmenté d'éclat. Il était de 11e à 12e grandeur le 24 octobre. »

M. DE LAPPARENT, en présentant à l'Académie les deux premiers fascicules de la quatrième édition de son *Traité de Géologie*, signale les modifications qu'il a introduites dans cet Ouvrage, spécialement en ce qui concerne le mode de description des terrains sédimentaires.

M. FOUQUÉ appelle l'attention de l'Académie sur une innovation importante introduite par M. de Lapparent dans la nouvelle édition de son *Traité de Géologie*. Il s'agit, à la suite de la description de chacune des périodes géologiques, du tracé de la distribution correspondante des continents et des mers. Des tentatives analogues ont été déjà faites avec succès par plusieurs savants, mais c'est la première fois que d'une façon méthodique un travail général de ce genre est effectué dans un Ouvrage classique de

Géologie. La Géographie du globe est ainsi exposée et suivie pendant la longue série du dépôt des terrains sédimentaires. Les premières esquisses offrent nécessairement de nombreuses incertitudes, mais à mesure que l'on a affaire à des périodes de plus en plus rapprochées des temps modernes, les données utilisées se précisent. Durant la période tertiaire, par exemple, les tracés deviennent suffisamment exacts pour que l'on puisse aisément saisir le lien qui les rattache à la Géographie de l'époque actuelle.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un de ses Membres, qui devra faire partie de la Commission de contrôle de la circulation monétaire, au Ministère des Finances.

M. **Troost** est réélu à l'unanimité.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Ch. Laurans** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire « Sur la théorie mécanique de la chaleur ».

(Renvoi à la Section de Physique.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un Ouvrage de M. *J. Costantin* ayant pour titre : « La Nature tropicale ». (Présenté par M. Bonnier.)

2° Un Ouvrage de M. *A. Karpinsky* sur l'Helicoprion. (Présenté par M. Gaudry.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions hyperabéliennes.* Note de M. **Georges Humbert**, présentée par M. Jordan.

« M. Picard appelle *surfaces hyperabéliennes* celles pour lesquelles les coordonnées cartésiennes d'un point sont des fonctions hyperabéliennes de deux paramètres, ξ et η, c'est-à-dire des fonctions qui ne changent pas quand on opère sur ξ et η les substitutions d'un groupe hyperabélien.

» Il résulte des travaux de M. Picard qu'on obtient une telle surface de la manière suivante :

» Soient $1,0$; $0,1$; g,h; h,g' les périodes normales d'un système de fonctions abéliennes à deux variables, u et v; admettons que ces quantités soient liées par la relation

$$h^2 - gg' = \mathrm{D},$$

où D désigne un entier positif, non carré parfait, et posons

$$h = \sqrt{\mathrm{D}}\,\frac{\xi - \eta}{\xi + \eta}, \qquad g = -2\,\frac{\sqrt{\mathrm{D}}}{\xi + \eta}, \qquad g' = 2\sqrt{\mathrm{D}}\,\frac{\xi\eta}{\xi + \eta};$$

si $\sqrt{t(1-t)(1-x^2t)(1-y^2t)(1-z^2t)}$ est le radical, du cinquième ordre en t, dont dépendent les fonctions abéliennes considérées, les trois *modules* x, y, z sont des fonctions uniformes de ξ, η, qui demeurent inaltérées pour les substitutions d'un groupe hyperabélien G. Ces substitutions correspondent à des transformations du premier ordre effectuées sur les périodes g, h, g' ; elles ont été étudiées avec détail par M. Bourget dans son excellente thèse.

» J'ajoute à ces résultats que, dans le cas où la forme $\mathrm{X}^2 - \mathrm{DY}^2$ peut représenter le nombre -1, le groupe G contient une substitution spéciale, qui correspond à ce que j'ai appelé une *transformation singulière* du premier ordre.

» On conçoit qu'il y aurait intérêt à obtenir explicitement des surfaces hyperabéliennes particulières et à étudier les irrationnalités qui s'y rattachent : aucun exemple de ce genre n'a été donné jusqu'ici à notre connaissance; nous allons en indiquer un, qui se rapporte au cas où $\mathrm{D} = 2$, c'est-à-dire où la relation entre les périodes est

$$h^2 - gg' = 2.$$

» La relation correspondante entre les modules x, y, z est alors

$$(1) \qquad \frac{xy+z}{xy-z} = \frac{xz+y}{x-yz}.$$

Elle représente une surface du quatrième ordre, qui est hyperabélienne, d'après ce qui précède.

» D'ailleurs x, y, z s'expriment, comme on sait, en fonction des dix ϑ d'arguments nuls (notations de Weierstrass),

$$(2) \qquad x = \frac{\vartheta_{23}}{\vartheta_4}\frac{\vartheta_{01}}{\vartheta_5}; \qquad y = \frac{\vartheta_{23}}{\vartheta_4}\frac{\vartheta_2}{\vartheta_{34}}; \qquad z = \frac{\vartheta_{01}}{\vartheta_5}\frac{\vartheta_2}{\vartheta_{34}}.$$

et l'on a des expressions semblables, rationnelles et homogènes de degré zéro par rapport aux dix ϑ, pour les quantités

$$(3) \quad \sqrt{xyz}, \ \sqrt{1-x^2}, \ \sqrt{1-y^2}, \ \sqrt{1-z^2}, \ \sqrt{x^2-y^2}, \ \sqrt{x^2-z^2}, \ \sqrt{y^2-z^2}.$$

» Posons maintenant

$$(4) \qquad \frac{z}{xy} = \frac{i+1}{i-1}\frac{Z+1}{Z-1}; \qquad \frac{y}{x} = \frac{iY-1}{i-Y};$$

Y et Z seront, d'après cela, des fonctions hyperabéliennes de ξ et η, comme x, y et z; la relation (1) s'écrit, en éliminant y et z entre (1) et (4),

$$(5) \qquad x^2 = \frac{1-i}{1+i}\frac{Y-i}{Y+i}\frac{1+Z}{1-Z}\frac{Z-Y}{Z+Y}.$$

» En portant cette valeur de x^2 et les valeurs correspondantes de y et de z, déduites de (4), dans les radicaux (3), on voit qu'on peut exprimer, en fonction rationnelle et homogène (de degré zéro) des dix ϑ d'arguments nuls, les quantités

$$(6) \quad Y, \ Z, \ \sqrt{1-Y^2}, \ \sqrt{1-Z^2}, \ \sqrt{Y^2+Z^2}, \ \sqrt{\frac{Y^2-Z^2}{1+Y^2}}, \ \sqrt{\frac{Y^2-Z^2}{1+Z^2}},$$

auxquelles on peut ajouter

$$\sqrt{(Y-1)(Z-1)(Y+Zi)(Y+Z)(Y-i)(Z-i)}.$$

» Ces quantités sont dès lors des fonctions hyperabéliennes de ξ, η, n'ayant d'ailleurs pas toutes le même groupe : les groupes correspondants admettent seulement un même sous-groupe.

» On arrive ainsi à cette proposition intéressante qu'en désignant par Y

et Z deux variables *indépendantes* on peut exprimer les quantités (6) en fonction uniforme de deux paramètres, les fonctions de la représentation étant hyperabéliennes. Sous une autre forme, toute surface pour laquelle les coordonnées d'un point sont des fonctions rationnelles des quantités (6) est hyperabélienne et répond au cas où $D = 2$; comme exemple simple, on peut, outre la surface (1), citer la surface

$$X^2 = \frac{(Y^2-1)(Z^2-1)}{Y^2+Z^2}. \text{ »}$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les congruences de normales.* Note de M. E. **Goursat**, présentée par M. Darboux.

« Les formules que j'ai données (p. 580 de ce Volume) pour définir la correspondance la plus générale entre deux droites, qui change toute congruence de normales en une autre congruence de normales, conduisent à la construction géométrique suivante :

» J'appelle, pour abréger, *axe* d'un élément (x, y, z, p, q) la droite perpendiculaire au plan de cet élément, menée par le point (x, y, z), et *file* d'éléments l'ensemble des éléments qui ont le même axe. Cela posé, à chaque plan P faisons correspondre une surface S, de telle façon qu'à deux plans parallèles quelconques P, P_1, situés à une distance h, correspondent deux surfaces parallèles S, S_1, dont l'une s'obtient en portant une longueur mh sur les normales à l'autre, m étant un facteur constant. Pour obtenir la correspondance la plus générale de cette espèce, on pourra, par exemple, se donner arbitrairement les surfaces S qui correspondent aux différents plans passant par un point donné O, et l'on en déduira les surfaces qui correspondent aux plans ne passant pas par le point O en tenant compte de la condition précédente. Cette correspondance étant établie, lorsque le plan P reste tangent à une surface non développable Σ, la surface S a une enveloppe Σ', qui correspond élément par élément à la surface Σ. On obtient ainsi, il est aisé de le voir, une transformation de contact qui change deux surfaces parallèles en deux surfaces parallèles, et remplace les éléments d'une file par les éléments d'une autre file. Une droite quelconque pouvant être regardée comme l'axe d'une file d'éléments, la transformation précédente définit ainsi une correspondance entre deux droites. Lorsqu'une droite Δ reste normale à une surface Σ, il est évident que la droite correspondante Δ' reste normale à la surface Σ'. La corres-

pondance ainsi définie jouit donc de la propriété en question, et c'est la plus générale qui possède cette propriété. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la propagation des oscillations électriques dans les milieux diélectriques* (1). Note de M. **Albert Turpain**, présentée par M. Mascart.

« Deux théories prévoient les lois de la propagation des oscillations électriques, celle de Maxwell et celle de Helmholtz, modifiée par M. Duhem.

» Maxwell suppose la propagation dans les diélectriques de flux de déplacement *exclusivement* transversaux. Cette hypothèse lui est suggérée par le désir de soumettre au même mécanisme les phénomènes lumineux et les phénomènes électriques.

» Helmholtz suppose la propagation de flux de déplacement transversaux et celle de flux de déplacement longitudinaux.

» Si l'on désigne :

par U, la vitesse de la lumière dans le vide;

par v_0, la vitesse de propagation des flux transversaux dans le vide (pratiquement dans l'air);

par v, v', celles des mêmes flux dans deux diélectriques différents de pouvoirs inducteurs spécifiques k, k';

par V_0, V, V' les mêmes vitesses relatives aux flux longitudinaux,

les *lois théoriques* qui se déduisent des hypothèses précédentes sont résumées dans le Tableau suivant :

$$\text{Maxwell..}\left\{\begin{array}{l} 1^\circ\ v_0 = U, \\ 2^\circ\ \frac{v}{v'} = \sqrt{\frac{k'}{k}}, \end{array}\right. \qquad \text{Helmholtz-Duhem..}\left\{\begin{array}{l} 1^\circ\ V = V_0 = U, \\ 2^\circ\ v_0 = V_0, \\ 3^\circ\ \frac{v}{v'} = \sqrt{\frac{k'}{k}}. \end{array}\right.$$

» Les lois expérimentales *immédiates* qui expriment les résultats des expériences de MM. L. Arons et H. Rubens, de MM. Cohn et Zeemann, de M. Blondlot, sont les suivantes :

$$\text{(Arons et Rubens, Cohn et Zeemann)}\ \frac{l}{l'} = \sqrt{\frac{k'}{k}}, \qquad \text{(Blondlot)}\ l = l',$$

(1) *Comptes rendus*, 6 juin 1898, 5 décembre 1898. — *Procès-verbaux de la Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux*, 1er juin 1899.

l, l' désignant les longueurs d'onde des oscillations qui excitent un même résonateur disposé successivement dans deux diélectriques différents, sans présumer si ces longueurs d'onde se rapportent à des flux transversaux ou à des flux longitudinaux.

» Ces lois expérimentales peuvent être indifféremment invoquées en faveur de la théorie de Maxwell ou de celle de Helmholtz suivant les hypothèses que l'on admet : 1° relativement à l'espèce de flux que décèle le résonateur dans chaque expérience; 2° relativement à la période du résonateur. Si λ et t désignent la longueur d'onde et la période des oscillations transversales, Λ et T celles des longitudinales, on a pour deux diélectriques différents : $\lambda = vt$ et $\lambda' = v't'$, ou $\Lambda = \mathrm{VT}$ et $\Lambda' = \mathrm{V'T'}$.

» Suivant que l'on fera les hypothèses :

$$l=\lambda \quad \text{et} \quad t=t' \qquad\qquad l=\Lambda \quad \text{et} \quad \mathrm{T}=\mathrm{T}',$$

$$l=\lambda \quad \text{et} \quad \frac{t}{t'}=\sqrt{\frac{k'}{k}} \quad \text{ou} \quad l=\Lambda \quad \text{et} \quad \frac{\mathrm{T}}{\mathrm{T}'}=\sqrt{\frac{k'}{k}},$$

les expériences de MM. Arons et Rubens, Cohn et Zeemann d'une part, celles de M. Blondlot d'autre part, confirment ou infirment l'une des deux théories en présence. Les premières semblent de plus en contradiction avec les secondes, elles vérifient l'une des théories quand les secondes l'infirment et inversement.

» Nous avons entrepris récemment [1] des expériences dont l'interprétation ne prête pas à une semblable ambiguïté. Le dispositif que nous employons est le suivant :

» Deux fils tendus à l'intérieur d'un réservoir (4^{m}) se prolongent à l'extérieur sur une longueur de 3^{m} avant d'arriver au voisinage de l'excitateur. Un résonateur placé successivement dans les positions 1 et 2 [2] (positions qui ont été définies précédemment) est disposé dans l'air, dans une région située entre le réservoir et l'excitateur, à une distance de la paroi extérieure du réservoir égale au quart de la longueur d'onde des oscillations qui excitent le résonateur dans l'air. On constate, en déplaçant un pont mobile dans le réservoir, que, lorsque le résonateur est dans la position 1, dans la longueur qu'occupe une concamération, quand le réservoir est vide, s'étagent, dès qu'il est plein d'eau, sept à huit concamérations. La

---

(1) *Recherches expérimentales sur les oscillations électriques*, Paris, A. Hermann.

(2) *Comptes rendus*, 31 janvier 1898. — *Procès-verbaux de la Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux*, 20 janvier 1898.

grandeur des concamérations décelées est la même, que le réservoir soit vide ou qu'il soit rempli de liquide, quand le résonateur est dans la position 2.

» Ce dispositif, et c'est là son avantage sur ceux de MM. Cohn et Zeemann et Blondlot, nous *oblige* à considérer la période du résonateur comme indépendante de la nature du milieu qui le baigne. Le résonateur demeure constamment placé dans l'air, que le pont mobile soit déplacé dans l'air ou qu'il soit déplacé dans le milieu étudié.

» Les lois expérimentales *immédiates* que nous trouvons sont les suivantes (l_1, l_2 longueurs d'ondes relatives aux positions 1, 2) :

$$1^\circ\ l_1 = l_2 \text{ (dans l'air)}; \qquad 2^\circ\ l_2 = l'_2; \qquad 3^\circ\ \frac{l_1}{l'_1} = \sqrt{\frac{k'}{k}}.$$

» Puisque le dispositif employé nous *oblige* à admettre $t = t'$ ou $T = T'$, nos expériences nous conduisent alors à écrire

$$V_0 = v_0, \qquad V = V', \qquad \frac{v}{v'} = \sqrt{\frac{k'}{k}},$$

conclusions en complet accord avec les lois de Helmholtz-Duhem, en admettant les seules hypothèses :

» 1° Le résonateur dans la position 1 est sensible aux seuls flux transversaux;

» 2° Le résonateur dans la position 2 est sensible aux seuls flux longidinaux. »

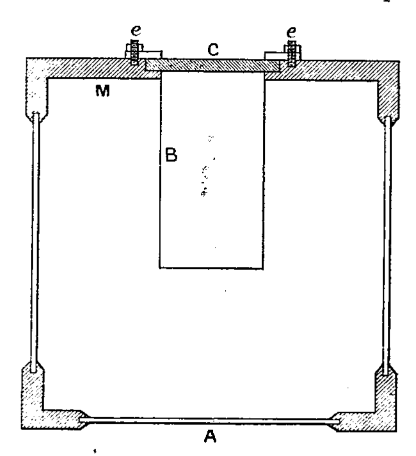
ÉLECTRICITÉ. — *Transmission des ondes hertziennes à travers les liquides.* Note de M. **Édouard Branly.**

« On sait que le rayonnement électrique traverse un grand nombre de substances opaques pour la lumière; la facilité avec laquelle le bois, les étoffes et même des murs ont souvent permis la transmission, faisait croire que la plupart des substances laisseraient passer les ondes hertziennes. Cependant, il a été démontré que les métaux opposent un obstacle absolu s'ils n'offrent pas de fentes; une feuille métallique extrêmement mince (¹) suffit et même un grillage à mailles serrées. Si des murs en pierre sèche

(¹) *Comptes rendus,* séance du 4 juillet 1898.

sont extrêmement transparents, certains ciments [1] se sont présentés comme complètement opaques sous une épaisseur de 40^{cm}. Aucun essai n'ayant encore été réalisé avec les liquides, j'ai pensé qu'il y avait quelque intérêt à faire connaître les expériences que j'ai effectuées récemment sur ce sujet. Ces expériences se rapportent à l'absorption exercée par des couches liquides de $0^{m},20$ d'épaisseur.

» Le liquide exposé au rayonnement était contenu dans une caisse cubique de 60^{cm} de côté dont la face supérieure restait ouverte; les parois du fond et de trois des faces latérales étaient en verre épais encastré dans une carcasse de zinc (peinte à l'intérieur et à l'extérieur); la quatrième face latérale consistait en une épaisse plaque de zinc M offrant en son centre une ouverture carrée à rebords, de 20^{cm} de côté, par laquelle on pénétrait dans une boîte en bois B qui contenait le récepteur. Par le liquide versé



dans la cuve (185^{lit}) la boîte centrale en bois était entourée d'une couche de 20^{cm} d'épaisseur, sauf sur la face d'entrée qni était hermétiquement close par un couvercle métallique C assujetti par huit écrous *e*.

» Le producteur d'ondes était une bobine d'induction dont les étincelles éclataient entre les deux boules d'un excitateur. Les difficultés matérielles m'ayant obligé à opérer dans un laboratoire restreint, j'ai dû faire usage de deux radiateurs : l'un faible, A, pour la comparaison de la transparence de l'air, de l'huile et de l'eau, l'autre, B, beaucoup plus actif pour la comparaison de la transparence de l'eau et des solutions salines :

» A : bobine d'induction de 2^{cm} d'étincelle; excitateur à intervalle d'air, boules distantes de $1^{mm},2$;

» B : bobine d'induction de 20^{cm} d'étincelle; excitateur de Righi à intervalle d'huile.

» Le radiateur était disposé en face de la paroi de verre A opposée à la face métallique M.

---

[1] *Comptes rendus*, séance du 4 avril 1899.

» Le récepteur introduit dans le réduit central B était un radioconducteur intercalé dans le circuit d'un élément Leclanché et d'un relais; le circuit secondaire du relais comprenait une sonnerie qui se faisait entendre lorsque le rayonnement électrique déterminait l'accroissement de conductibilité du radioconducteur. Au bruit de la sonnerie on ouvrait la porte métallique C et par un choc on rétablissait la résistance du tube à limaille.

» Les nombres que je vais citer désignent en mètres les distances limites auxquelles le radiateur cessait d'agir sur le tube à limaille dans les diverses expériences; les distances sont comptées du radiateur à la paroi A. Les expériences ont été faites avec le même tube à limaille, mais à des jours différents dans l'intervalle d'un mois.

» Aux distances limites une seule étincelle ne suffisait pas pour faire fonctionner la sonnerie, il en fallait quelquefois de 10 à 15, et à une distance un peu supérieure tout effet cessait. En général, l'erreur probable n'atteignait pas 10^{cm} dans chaque groupe d'essais.

» Je me bornerai aux résultats que je crois les plus intéressants :

Radiateur A.

Air (cuve vide)	$10^{m},30$
Eau de la Vanne	2,20
Air	9,50
Huile minérale (valvoline)	10,50
Eau distillée	3
Eau de la Vanne	2,60

Radiateur B.

Eau de la Vanne	$9^{m},20$

» La même eau, soit colorée avec de la teinture de tournesol bleue ou rouge, soit amidonnée à froid (1^{kg} d'amidon délayé dans l'eau), soit amidonnée à chaud (empois d'amidon avec 2^{kg} d'amidon), a fourni sensiblement la même distance limite 9^{m} — $9^{m},50$.

Eau de la Vanne	$9^{m},50$
Eau salée (contenant 1^{kg} de sel marin dans 185^{lit})	0,30
Eau salée (2^{kg} de sel marin)	0

Le nombre 0 indique que le radiateur appliqué contre la paroi de verre de la cuve ne produisait aucun effet.

» L'eau distillée et l'eau de source exercent une absorption bien supé-

rieure à celle de l'air et de l'huile. Quant à l'eau de mer qui contiendrait, pour la capacité de la cuve, un poids de sel marin voisin de 5^{kg}, elle produirait, d'après les nombres ci-dessus relatifs à 1^{kg} et 2^{kg}, une absorption complète sous une épaisseur notablement inférieure à 20^{cm}.

» L'eau de mer doit donc arrêter les radiations hertziennes, au moins celles que j'ai employées ici (¹), beaucoup mieux que ne le ferait un mur de ciment de même épaisseur.

» Le sulfate de zinc, le sulfate de soude, le sulfate de cuivre m'ont présenté des absorptions moindres, mais comparables encore à celle du chlorure de sodium.

» Mes essais ont été limités par les grandes dimensions de ma cuve qui avait été établie avec l'idée préconçue que les liquides et, en particulier, les solutions salines exerçaient une absorption bien inférieure à celle qu'ils exercent réellement.

» Lorsque la cuve contenait des solutions exerçant une absorption complète, j'ai eu soin de m'assurer que la fermeture de la porte métallique était hermétique, en plaçant le radiateur B en face de la porte C et à une très faible distance. Pour cette position du radiateur, j'ai dû garnir les bords de la porte de feuilles de plomb qu'on écrasait par la pression des écrous, ce qui montre une fois de plus la facilité avec laquelle les radiations hertziennes traversent les fentes les plus fines. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur l'interrupteur électrolytique de Wehnelt* (²). Note de M. **E. Rothé**, présentée par M. G. Lippmann.

« J'ai l'honneur de signaler à l'Académie un phénomène curieux présenté par l'interrupteur de Wehnelt lorsque, pour une force électromotrice constante, on fait varier la résistance du circuit. Ce phénomène peut s'observer très facilement en opérant de la façon suivante :

» Les deux électrodes de la cuve électrolytique sont mises en communication avec les deux pôles du secteur de la Sorbonne (113 volts) par l'intermédiaire d'une résistance liquide variable, formée simplement d'une dissolution très étendue de sulfate de cuivre (1° à 2° Baumé), dans laquelle plongent deux lames de cuivre. Une des

(¹) Il y aura lieu de rechercher par l'absorption les phénomènes d'*électrochrose*, si une même substance laisse passer en proportions diverses des rayonnements électriques de longueurs d'ondulation différentes.

(²) Ces observations ont été faites à la Sorbonne, au laboratoire de M. Pellat.

lames peut se déplacer le long d'une vis sans fin, à l'aide d'une manivelle. Un ampèremètre placé dans le circuit indique l'intensité du courant. L'anode de l'interrupteur est constituée par un fil de platine de $0^{mm},55$ de diamètre et de 2^{cm} de long. Le liquide est de l'eau acidulée par l'acide sulfurique (5° Baumé).

» Dans ces conditions, si l'on commence par donner à la résistance sa plus grande valeur, on constate que l'intensité du courant est faible (4 ampères environ), mais l'aiguille de l'ampèremètre pour une valeur donnée de la résistance reste fixe. Le courant est alors continu et sensiblement constant. C'est le régime le plus simple, pendant lequel l'électrolyse a lieu. L'appareil ne peut dans ces conditions fonctionner comme interrupteur. Si l'on introduit dans le circuit une bobine d'induction sans trembleur, on ne constate aux bornes de l'induit aucune étincelle si petite qu'elle soit.

» Si l'on diminue la résistance, on voit que l'intensité croît conformément à la loi d'Ohm; dans les conditions de l'expérience elle va ainsi en croissant jusqu'à $11^{amp},5$, puis subitement tombe à $2^{amp},5$. Il existe donc une valeur limite de la résistance extérieure, pour laquelle subitement le régime change : ce nouveau régime, à faible intensité, est variable; l'aiguille de l'ampèremètre indique des variations d'intensité, mais, ce qui est surtout remarquable, c'est que, une fois ce régime atteint, on peut augmenter ou diminuer considérablement la résistance sans qu'il soit modifié.

» On peut donc dire qu'il existe pour chaque interrupteur, et pour une force électromotrice donnée, une résistance limite telle que, pour toute résistance inférieure, le régime variable est seul possible. Pour toutes les résistances supérieures, on peut avoir, soit le régime variable, soit le régime continu, et cela suivant la façon dont on a établi le courant.

» Il n'est donc pas indifférent de fermer le circuit directement sur une grande résistance, ou de le fermer sur une résistance très faible, que l'on augmente ensuite pendant que le courant circule.

» On peut vérifier, en faisant varier la force électromotrice, qu'à chaque valeur de la force électromotrice correspond une résistance limite, et l'intensité du courant, au moment du changement de régime, a toujours la même valeur, $11^{amp},5$, dans le cas de l'expérience précédente.

» Le régime variable ne diffère pas seulement du précédent par l'intensité : le dégagement des gaz n'est pas le même dans chacun de ces deux cas. Il n'y a plus sous le régime variable, comme dans l'électrolyse, de nombreuses bulles de gaz partant du fil de platine. Les bulles ne se dégagent plus qu'une à une et d'une façon très régulière.

» Le fil de platine étant vertical, c'est au point où le fil est soudé dans le verre que se forme une bulle unique, assez volumineuse, qui finalement éclate : les gaz qui s'en échappent sont très chauds et fument à l'air.

» On peut donc dire que c'est au moment où le changement de régime a lieu que se forme autour de l'anode la gaine de gaz protectrice, qui permet d'expliquer le fonctionnement de l'interrupteur. C'est la partie supérieure de cette gaine qui s'enfle sous forme de bulle. Chaque fois que la bulle se forme, la gaine se rétrécit; elle s'enfle, au contraire, chaque fois que la bulle éclate. Le phénomène est surtout très net quand on l'observe au microscope : on peut suivre les mouvements de la gaine gazeuse et constater que la période correspond bien au dégagement des bulles.

» Si l'on place en dérivation, sur les bornes de l'interrupteur, une lampe de 110 volts, on constate qu'elle ne brille pas tant que le régime est continu. Elle ne commence à briller qu'au moment du changement de régime, c'est-à-dire quand, la gaine de gaz se formant, une résistance supplémentaire s'introduit autour de l'anode.

» Ce sont les variations de la gaine de gaz qui produisent les variations de l'intensité du courant, mais elles sont trop faibles et trop lentes pour que sous ce régime l'anode de platine puisse constituer un interrupteur de courant : grâce à la stabilité de ce régime on peut sans le modifier introduire une self-induction dans le circuit, par exemple le primaire d'une bobine d'induction. On ne constate dans ces conditions aux bornes de l'induit aucune étincelle appréciable, comme l'a montré M. Pellat (*Comptes rendus*, t. CXXIX, p. 815).

» Si, au contraire, la self-induction est placée dans le circuit avant la fermeture, on sait que l'intensité moyenne peut atteindre une très grande valeur (30 ampères environ) (M. Pellat, *Comptes rendus*, t. CXXVIII, p. 732). Ce troisième régime, interrompu et à grande intensité moyenne, a de nombreuses propriétés intéressantes.

» Ce qui est particulièrement remarquable, c'est l'influence qu'a dans ces conditions l'interrupteur sur l'éclairage fourni par les lampes du secteur. Non seulement au laboratoire de Physique où est placé l'interrupteur, mais encore à la Sorbonne, dans les laboratoires voisins, les lampes brillent d'un éclat beaucoup plus grand pendant le fonctionnement de l'interrupteur. L'effet est surtout remarquable le soir, où la lumière devient éblouissante, et peut s'observer même sur un assez grand nombre de lampes brillant à la fois.

» J'ai entrepris quelques expériences pour étudier cette influence sur l'éclairage et aussi l'extrême stabilité du régime variable à faible intensité. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur le poids atomique du bore* (¹). Note de M. **Henri Gautier**, présentée par M. Henri Moissan.

« Dans une précédente Communication (²), nous avons exposé à l'Académie les résultats que nous avons obtenus, pour le poids atomique du bore, en soumettant à l'analyse deux de ses composés, le sulfure de bore et le borure de carbone. Nous y faisions remarquer que la valeur (10,84) donnée par Abrahall, comme résultant de l'analyse du bromure de bore, devait être un peu faible, car le bromure de bore utilisé dans les déterminations de ce savant renfermait certainement de l'acide bromhydrique, d'après son mode de préparation. Dans les déterminations que nous présentons aujourd'hui sur le bromure et le chlorure de bore, nous avons pris de minutieuses précautions pour assurer à nos matières premières une pureté absolue.

» *Préparation du bromure et du chlorure de bore.* — Ces deux composés ont été obtenus par union directe du brome et du chlore avec du bore amorphe préparé par le procédé de M. Moissan ; ce procédé a ici l'immense avantage de fournir un produit absolument exempt d'hydrogène.

» Le brome pur du commerce avait été d'abord rectifié dans un appareil à boules entièrement en verre, puis la fraction moyenne de cette distillation avait été mise en digestion avec du bromure de calcium et distillée à nouveau sur ce même bromure récemment fondu. Ce brome purifié ne renfermait ni iode ni chlore.

» Quant au chlore employé pour la préparation du chlorure, il avait été débarrassé de l'acide chlorhydrique entraîné par des lavages à l'eau, et ensuite soigneusement desséché par son passage sur une longue colonne de ponce sulfurique.

» Le bore était placé dans un tube en verre dur, chauffé au moyen d'une grille à gaz, où on le desséchait dans un courant d'hydrogène sec. Après refroidissement, celui-ci était remplacé par de l'air sec, puis par de la vapeur de brome, et le tube était chauffé au rouge sombre. Le bromure formé se rendait dans un réfrigérant et, de là, dans un flacon condensateur préservé de l'humidité atmosphérique par l'intermédiaire d'un sécheur.

» Le produit brut ainsi obtenu, mélange de brome et de bromure de bore, a été distillé dans un appareil à boules entièrement en verre ; les

---

(¹) Ce travail a été fait au Laboratoire de M. Moissan.

(²) *Comptes rendus*, t. CXXIX, p. 595.

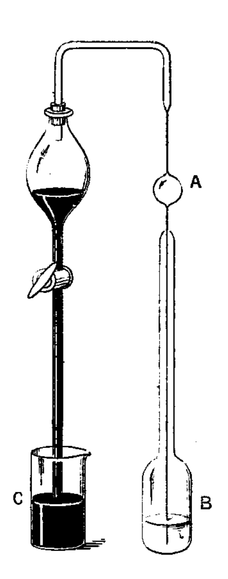
premières portions, riches en brome, ayant été mises de côté, le reste fut recueilli dans un ballon bien sec contenant de l'argent réduit et qui devait servir à la distillation finale. Celle-ci a été effectuée, sur 2^{kg}, dans un appareil identique au précédent et le produit distillant à point fixe (90°, 5), a été recueilli dans une série de matras placés dans une conserve où l'on faisait arriver un courant d'anhydride carbonique sec. Chacun de ces matras était ensuite fermé à la lampe.

» La préparation du chlorure a été conduite de la même façon, mais elle a dû être effectuée dehors pendant l'hiver, en raison de la grande volatilité de ce composé.

» Les deux produits ainsi préparés étaient parfaitement limpides et incolores; nous avons vérifié qu'ils ne renfermaient pas de combinaisons du silicium ou du fer.

» *Déterminations analytiques.* — Pour analyser chacun de ces composés, on en a traité par l'eau un poids déterminé et, dans la solution, on a dosé l'élément combiné au bore en le précipitant à l'état de bromure ou de chlorure d'argent.

» Afin d'éviter l'intervention de l'humidité atmosphérique, les ampoules



devant servir à la pesée du bromure ou du chlorure présentaient la disposition indiquée sur la figure, et leur remplissage s'effectuait par aspiration au moyen d'un écoulement de mercure (*fig.* 1).

» La décomposition du bromure de bore par l'eau donnant lieu à des

explosions qui amènent la rupture des vases dans lesquels elle s'effectue, nous avons dû la réaliser lentement dans un flacon fermé, en opérant de telle sorte que la réaction se produisît seulement entre les vapeurs du brome et de l'eau; nous avons opéré de même pour le chlorure. Ensuite, le produit de la réaction a été additionné d'eau distillée, de façon à en faire un volume de 1^{lit} dans lequel le brome ou le chlore a été dosé sur $\frac{1}{20}$, soit sur 50^{cc}.

» Le Tableau suivant contient les résultats obtenus sur des ampoules remplies de bromure de bore provenant d'un même matras :

BBr^3.	$\frac{AgBr}{20}$.	AgBr total.	$\frac{BBr^3}{3AgBr}$.	Poids atomique du bore.
3,1130	0,3497	6,994	0,44510	11,009
3,3334	0,3745	7,490	0,44505	10,981
3,7456	0,4207	8,414	0,44516	11,043
3,2780	0,3682	7,364	0,44514	11,032
4,2074	0,4726	9,452	0,44513	11,026
Moyenne..................................				11,018
Erreur probable..........................				± 0,011

» Le Tableau suivant est relatif à un second matras :

BBr^3.	$\frac{AgBr}{20}$.	AgBr total.	$\frac{BBr^3}{3AgBr}$.	Poids atomique du bore.
3,3956	0,3814	7,628	0,44515	11,037
4,0295	0,4526	9,052	0,44514	11,032
3,7886	0,4256	8,512	0,44509	11,003
3,1711	0,3562	7,124	0,44513	11,026
Moyenne..................................				11,025
Erreur probable..........................				± 0,007

» En combinant ces deux séries de résultats tout à fait concordants, on trouve une moyenne de 11,021, avec une erreur probable de ± 0,006.

» Quant au chlorure de bore il nous a fourni les résultats suivants :

BCl^3.	$\frac{AgCl}{20}$.	AgCl total.	$\frac{BCl^3}{3AgCl}$.	Poids atomique du bore.
2,6412	0,4841	9,682	0,27279	10,987
2,7920	0,5117	10,234	0,27282	11,000
2,4634	0,4513	9,026	0,27292	11,043
3,4489	0,6320	12,640	0,27285	11,013
2,2015	0,4035	8,070	0,27280	10,992
2,6957	0,4939	9,878	0,27289	11,030
Moyenne..................................				11,011
Erreur probable..........................				± 0,008

» *Conclusions.* — En résumé, nous avons entrepris, sur le poids atomique du bore, quatre séries de déterminations qui nous ont fourni, pour ce nombre, les moyennes suivantes :

Matière première.	Poids atomique.	Erreur probable.
Sulfure de bore............	11,041	±0,017
Borure de carbone.........	10,997	»
Bromure de bore...........	11,021	±0,006
Chlorure de bore..........	11,011	±0,008

» Les déterminations effectuées sur le sulfure de bore et le borure de carbone, composés très différents l'un de l'autre, sont venues nous démontrer que le poids atomique du bore était bien voisin de 11. Mais, malgré les avantages résultant de la faiblesse de leur poids moléculaire, nous ne pensons que ces composés puissent, dans l'état actuel de la Science, être préférés au chlorure et au bromure de bore qui sont susceptibles d'être obtenus dans un état de pureté absolue, si l'on en prépare de grandes quantités, avec les précautions que nous avons indiquées.

» La moyenne des valeurs trouvées en partant du chlorure et du bromure conduit, pour le poids atomique du bore, au nombre 11,016. C'est celui que nous proposons d'adopter; il est très voisin de 11 et un peu plus élevé que ceux donnés précédemment soit par Abrahall, soit par William Ramsay et Mrs. Aston. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les anhydrides mixtes des acides acycliques et cycliques.* Note de M. A. **Béhal**, présentée par M. Moissan.

« Les anhydrides mixtes des acides ont été découverts par Gerhardt (*Ann. Chim. et Phys.*, 3e série, t. XXXVII, p. 308; 1853) qui les obtint en faisant réagir les chlorures d'acides sur les sels de sodium d'acides organiques différents. Chiozza (*Liebig's Ann.*, t. XCI, p. 102), Loir (*Bull. Soc. chim.*, 2e série, t. XXXII, p. 169), Tassinari (*D. chem. G.*, t. XI, p. 2031) et Autenrieth (*D. chem. G.*, t. XX, p. 3189) préparèrent ou étudièrent ces anhydrides. Enfin, le dernier travail sur le sujet est dû à Rousset qui ne croit pas à l'existence des anhydrides mixtes des acides, puisque par simple distillation on en sépare deux molécules d'anhydrides symétriques (*Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XIII, p. 330).

» Je me suis demandé, après avoir découvert les anhydrides mixtes de l'acide formique (*Comptes rendus*, t. CXXVIII, p. 1460), si l'assertion de Rousset était fondée.

» Gerhardt ne signale comme propriétés des anhydrides mixtes que leur scission par distillation en deux molécules d'anhydrides symétriques et leur dédoublement sous l'influence de l'eau en deux molécules d'acides :

$$\underbrace{2\,CH^3 - CO - O - CO - C^6H^5}_{\text{Anhydride mixte benzoïque.}} = \underbrace{(CH^3 - CO)^2O}_{\text{Anhydride acétique.}} + \underbrace{(C^6H^5 - CO)^2O}_{\text{Anhydride benzoïque.}}$$

$$CH^3 - CO - O - CO - C^6H^5 + H^2O = CH^3 - CO^2H + C^6H^5 - CO^2H.$$

» Or, il est évident que, si l'on nie l'existence d'un anhydride mixte et si on le considère comme un mélange de deux molécules d'anhydrides symétriques, ce mélange devra se comporter comme l'anhydride mixte de Gerhardt, puisque, d'après les travaux de ce savant, les anhydrides mixtes se dédoublent précisément, sous l'influence de la chaleur, en deux molécules d'anhydrides symétriques.

» M. Autenrieth étudie l'action de l'ammoniaque et de la phénylhydrazine, et annonce que c'est le résidu le plus carboné qui se combine au composé basique; l'anhydride acétobenzoïque donne de la benzamide et de la benzoylphénylhydrazine.

» Je me suis proposé tout d'abord de vérifier si les anhydrides mixtes des acides n'existaient pas. J'ai étudié particulièrement les anhydrides mixtes acéto-isovalérique et acétobenzoïque.

» Si l'on prépare l'anhydride acéto-isovalérique par les procédés de Gerhardt ou d'Autenrieth, on constate que les produits obtenus dans des préparations différentes, par l'un ou l'autre procédé, ne présentent pas une composition constante. On trouve plus de carbone que n'en indique la formule de l'anhydride mixte. Parmi les nombreuses opérations ayant porté sur l'anhydride acéto-isovalérique, l'analyse cadrant le mieux avec la formule est la suivante : $C = 59{,}80$, $H = 9{,}01$; la théorie demande $C = 58{,}33$, $H = 8{,}33$.

» Si l'on prolonge les lavages, on constate que l'huile surnageante diminue, que sa teneur en carbone s'accroît et finalement le composé se trouve être de l'anhydride isovalérique.

» La présence de cet anhydride ne peut s'expliquer que de trois façons :

» 1° Le produit qui l'a fourni est un mélange d'anhydride acétique et d'anhydride isovalérique et le premier est plus rapidement détruit que le second par la liqueur alcaline;

» 2° Le produit est l'anhydride mixte et sous l'influence du réactif il se dédouble en acétate alcalin et en anhydride isovalérique;

» 3° Le produit est un mélange d'anhydride mixte et d'anhydride isovalérique. Le premier est plus facilement détruit que le second dans les conditions où l'on opère.

» Pour trancher la question, j'ai étudié l'anhydride acétobenzoïque. J'ai d'abord préparé une dissolution d'une molécule d'anhydride benzoïque dans une molécule d'anhydride acétique, et j'ai examiné comparativement l'action de la solution aqueuse de carbonate de soude sur ce produit et sur l'anhydride mixte obtenu par les procédés de Gerhardt. Or, tandis que le premier se décompose très rapidement à froid, en donnant la quantité à peu près théorique d'anhydride benzoïque, le second, au contraire, n'est attaqué que très lentement. L'anhydride mixte acétobenzoïque existe donc bien. Refroidi dans le chlorure de méthyle, il cristallise entièrement et fond vers $+10°$; mais il n'est pas pur; quel que soit le procédé employé, il renferme de l'anhydride benzoïque comme l'indiquent son analyse et aussi sa décomposition par les alcalis. On obtient toujours, en effet, dans ce traitement, un peu d'anhydride benzoïque, si l'on se met à l'abri d'une trop grande élévation de température. En opérant sur 17^{gr} d'anhydride acétobenzoïque, j'ai obtenu dans une opération 3^{gr} d'anhydride benzoïque.

» Comme Autenrieth prépare cet anhydride mixte en chauffant à l'ébullition un excès d'anhydride acétique avec de l'acide benzoïque, comme Rousset a trouvé que dans le vide cet anhydride se scinde entre 35° et 50° en anhydride acétique et acide benzoïque, j'ai pensé qu'il devait y avoir combinaison possible de l'anhydride benzoïque et de l'anhydride acétique sous l'influence de la chaleur, et l'expérience a répondu à cette prévision. En effet, en mélangeant molécules égales des deux anhydrides, j'ai trouvé qu'au bout de trois heures, en chauffant à l'ébullition, environ 30 pour 100 du mélange sont entrés en combinaison, mais au bout de six heures cette quantité, au lieu de croître, a diminué. Cela nous explique la présence de l'anhydride benzoïque dans l'anhydride mixte acétobenzoïque et nous serons obligés d'en tenir compte dans les réactions que nous allons étudier.

» *Action de l'ammoniaque* (1). — D'après Autenrieth, c'est l'amide du résidu le plus carboné qui se forme. On trouve précisément l'inverse, en conformité de ce qui se passe avec les anhydrides mixtes de l'acide formique. S'il se forme un peu de benzamide avec l'anhydride acétobenzoïque, cela est dû à la présence d'anhydride benzoïque dans le mé-

(1) La partie expérimentale de ce travail sera publiée dans un autre Recueil.

lange. En opérant avec l'anhydride acéto-isovalérique, on obtient de l'acétamide, de l'acide isovalérique et un peu d'isovaléramide.

» *Action de la phénylhydrazine.* — La phénylhydrazine, dans les conditions où l'a employée Autenrieth, ne peut donner aucun résultat; j'ai trouvé, en effet, que les acides gras, formique, acétique, propionique, butyrique réagissent directement à froid avec la phénylhydrazine pour donner les hydrazides correspondants; bien plus, avec les trois premiers termes, en opérant en solution éthérée et à l'abri de toute élévation de température, on obtient encore ces composés.

» Les expériences faites sur les anhydrides mixtes de l'acide acétique doivent donc toujours donner l'hydrazide de cet acide; en effet, si l'anhydride mixte ne réagissait pas par son reste acétique, comme cet acide se forme forcément dans la réaction, il fournirait en second lieu l'hydrazide correspondant.

» *Action sur les alcools.* — Les alcools réagissent à chaud, molécule à molécule, et donnent, comme cela a lieu avec les anhydres mixtes formiques, l'éther le moins carboné. On obtient accessoirement un peu du dérivé éthéré de l'acide le plus carboné, dû à la présence dans le mélange de l'anhydride correspondant, et aussi à l'action éthérifiante de l'acide sur l'alcool.

» *Action de l'acide chlorhydrique.* — L'acide chlorhydrique réagit à chaud pour donner le chlorure de l'acide le moins carboné. Il se forme un peu de chlorure le plus carboné dont la présence est due à l'impureté que nous avons signalée. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *La naphtopurpurine, un produit d'oxydation de la naphtazarine.* Note de M. **George-F. Jaubert.**

« En étudiant l'action de l'acide nitrique sur la naphtazarine de Roussin, j'ai remarqué que, dans certaines conditions se rapprochant d'une oxydation, il se formait une matière colorante rouge encore inconnue. Était-ce un dérivé nitré, but de ces recherches? Un dosage d'azote me montra facilement qu'il n'en était rien et que j'avais affaire à un simple produit d'oxydation.

» La naphtazarine, qui montre la plus grande analogie de constitution avec l'alizarine, se laisse oxyder dans les mêmes conditions que cette dernière. Le produit d'oxydation de l'alizarine étant la purpurine, trouvée par M. F. de Lalande, j'ai dénommé ma nouvelle substance *naphtopurpu-*

rine, et tout me porte à croire que l'oxydation de la naphtazarine a lieu d'une façon identique à celle de l'alizarine, soit

```
  CO OH                    CO OH
 /\/\/\ OH                /\/\/\ OH
|  |  |  |      →        |  |  |  |
|  |  |  |               |  |  |  |
 \/\/\/                   \/\/\/
  CO                       CO OH
```

Alizarine. Purpurine.

```
  CO OH                    CO OH
 /\/\ OH                  /\/\ OH
|  |  |         →        |  |  |
|  |  |                  |  |  |
 \/\/                     \/\/
  CO                       CO OH
```

Naphtazarine. Naphtopurpurine.

» La formule ci-dessus, répondant du reste aux analyses que j'ai faites, montre que la naphtopurpurine n'est autre chose qu'une trioxy-α-naphtoquinone. La naphtopurpurine est aisément obtenue par la méthode suivante :

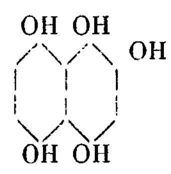
» On pulvérise dans un mortier 40^{gr} de naphtazarine bien sèche (noir d'alizarine du commerce) et 80^{gr} de bioxyde de manganèse ordinaire, jusqu'à ce que l'on ait un mélange bien intime, ce qui est tout à fait indispensable, puis on ajoute en une fois 80^{cc} d'acide sulfurique concentré en continuant à brasser fortement avec le pilon. Il y a un léger dégagement de chaleur, dégagement d'ozone, et au bout de cinq à dix minutes l'oxydation est terminée, ce dont on s'assure de la manière suivante : une goutte du produit de la réaction est diluée avec de l'eau puis saturée ensuite avec de l'ammoniaque; la naphtazarine donne une couleur bleue, tandis que son produit d'oxydation (la naphtopurpurine) donne une coloration rouge fuchsine. Aussitôt que cette phase de la réaction est atteinte on verse tout le contenu du mortier dans de l'eau glacée, on filtre le volumineux précipité rougeâtre et on le sèche au bain-marie. Il pèse 45^{gr}; le produit est déjà assez pur, mais contient néanmoins encore un peu de manganèse. On le purifie soit en le faisant cristalliser dans de l'acide acétique cristallisable, soit en le sublimant.

» Dans ce dernier cas on est exposé à de grandes pertes, mais on obtient d'emblée un produit très pur.

» La naphtopurpurine sublimée possède les propriétés suivantes :

» Elle se présente sous forme d'aiguilles d'un brun rougeâtre qui fondent facilement sur la lame de platine en donnant une fumée de couleur rouge et sentant l'odeur de la quinone. La naphtopurpurine se dissout difficilement dans l'eau froide, très facilement dans l'eau chaude d'où elle cristallise en houppes par le refroidissement. Cette solution dans l'eau bouillante

est d'un brun jaunâtre, elle est décolorée par la poudre de zinc, avec formation très probablement de pentaoxynaphtalène que je n'ai pu isoler mais qui répond sûrement à la constitution suivante :



» La naphtopurpurine se dissout facilement dans l'alcool et l'acide acétique; sa solution est rouge cerise. Les alcalis et l'ammoniaque donnent une solution rouge fuchsine et une solution d'alun de potasse une couleur carmin.

» De même que la purpurine la naphtopurpurine est un colorant énergique, teignant les mordants grâce à ses groupes hydroxyles situés en ortho. Le coton mordancé en alumine est teint en rouge carmin et la laine chromée, teinte en bain acide (acétique), se colore en brun soutenu.

» Le Tableau ci-dessous résume les propriétés de la naphtazarine comparées à celles de la naphtopurpurine :

Couleur de la solution.	Naphtopurpurine.	Naphtazarine.
Dans l'acide sulfurique concentré....	Rouge cerise.	Pourpre.
» l'ammoniaque................	Rouge fuchsine.	Bleu pur.
» l'eau froide..................	Rouge jaunâtre.	Insoluble.
» l'alun de potasse..............	Rouge carmin.	Violet..
» l'acide acétique cristallisable...	Jaune rougeâtre.	Rouge fuchsine.
Couleur de la laque d'alumine.......	Rouge carmin.	Violet.

» La naphtopurpurine donne un dérivé acétylé ainsi qu'un dérivé benzoylé, qui sont encore à l'étude.

» La naphtopurpurine est bien une trioxy-α-naphtoquinone, ainsi qu'il résulte de l'analyse élémentaire suivante :

	Calculé pour $C^{10}H^{6}O^{5}$.	Trouvé.
C........................	58,25	58,42
H........................	2,92	3,05

La séance est levée à 4 heures un quart.

M. B.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 6 NOVEMBRE 1899,

PRÉSIDENCE DE M. VAN TIEGHEM.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur les diamines. Diéthylène diamine (pipérazine)*; par M. **Berthelot**.

Diéthylène diamine (pipérazine) : $C^4H^{10}Az^2 = 86$.

« La diéthylène diamine est une base intéressante, en pratique comme en théorie. En pratique, elle a été employée en Thérapeutique, sous les noms de *spermine* et de *pipérazine*, emploi qui a conduit à la fabriquer sur une certaine échelle. En théorie, elle a été d'abord confondue avec une base à poids moléculaire moitié moindre, la *vinylamine* ou *acétylamine*, C^2H^5Az; son poids moléculaire et ses relations avec l'éthylène diamine ayant été établis plus tard par Hofmann (*Berliner Berichte*, t. XXIII, p. 3297; 1890), et l'identification avec la spermine et la pipérazine par MM. Majert et Schmidt (même Recueil, p. 3718). Enfin elle se rattache,

d'après MM. L. Wolff et Franz Scholl (*Berl. Berichte*, t. XXVI, p. 721-725; 1893) et l'ensemble de recherches résumées dans le *Handbuch der organ. Ch. de Beilstein*, 3e édition, t. IV, p. 816 (1898), à la pyrazine, $C^4H^4Az^2$, laquelle se change en diéthylène diamine par fixation de $3H^2$; réciproquement, la diéthylène diamine produit de la pyrazine par perte d'hydrogène: de là résultent des relations très intéressantes, tant avec les bases pyridiques qu'avec l'acide lévulique, le sucre de lait, etc.; bref, avec la constitution de divers principes immédiats contenus dans les êtres vivants.

» En raison de ces circonstances, il m'a paru opportun de faire l'étude thermochimique de la pipérazine, comme suite à celle de l'éthylène diamine (ce Recueil, t. CXXIX, p. 322).

» Le composé que j'ai pris comme point de départ est un corps bien cristallisé, fourni par M. Billault, fabricant de produits chimiques. Son analyse répond à un hydrate $C^4H^{10}Az^2, 6H^2O$.

	Trouvé.	Calculé.
C	25,2	24,7
H	11,5	11,3
Az	14,5	14,4

» J'exposerai mes observations relativement à l'action de la chaleur sur ce composé, laquelle m'a fourni directement le base anhydre; sur les chaleurs de dissolution de la base et de l'hydrate précédent; sur ses chaleurs de formation par les éléments et de combustion; sur sa formation par l'éthylène diamine et le caractère cyclique de la pipérazine; sur la saturation graduelle de cette dernière base par l'acide chlorhydrique; sur son dichlorhydrate et sur les relations pyrogénées des deux éthylènes diamines.

» Action de la chaleur. — L'hydrate de pipérazine fond vers 44°. J'en ai chauffé 100gr dans une cornue traversée par un courant lent d'hydrogène et plongée dans un bain d'huile, dont la température n'a pas dépassé 150°.

» Il distille d'abord de l'eau presque pure, renfermant 3 centièmes de base anhydre, puis un liquide de plus en plus riche en alcali. Celui qui passe vers 120° (température du liquide de la cornue) cristallise dans le récipient : c'est une solution saturée de l'hydrate précédent.

» Entre 125°-130° passe en abondance l'hydrate lui-même, sous la forme d'un liquide huileux qui cristallise dans le récipient. Il passe sans doute à l'état de vapeur dissociée, laquelle reconstitue le composé pendant la condensation. La composition réelle du produit condensé répondait à $5\frac{1}{4}H^2O$, c'est-à-dire un peu moins de $6H^2O$, en raison d'une certaine

dissociation ; le composé originel en manifeste déjà quelques traces, accusées par un excès de 0,5 centième de carbone dans son analyse.

» De 130° à 135°, a distillé la base anhydre, mêlée à quelque dose d'hydrate; ce qui donnait la composition brute : $C^4H^{10}Az^2, \frac{1}{2}H^2O$.

» Au delà on obtient, en quantité faible d'ailleurs, la base anhydre, fusible à 104° et pure, comme je l'ai vérifié en outre par les essais alcalimétriques et par les mesures thermochimiques (chaleur de neutralisation); j'y reviens plus loin : il ne reste pour ainsi dire rien dans la cornue.

» Cette base anhydre a été isolée par Hofmann au moyen des agents déshydratants. Je l'ai obtenue directement sous la forme d'une matière cristallisée, de consistance cireuse et tenace, qui se dissout très lentement et difficilement, mais en totalité, dans l'eau. Cependant elle attire l'humidité atmosphérique avec une grande promptitude et avidité, chaque grain de base se recouvrant d'eau presque aussitôt, au contact de l'air libre.

» Chaleurs de dissolution. — J'ai d'abord déterminé la chaleur de dissolution de ces divers produits, détermination qui tend à établir l'existence d'un seul hydrate défini, ainsi qu'il va être dit, hydrate peu stable d'ailleurs.

» *Hydrate cristallisé* : $C^4H^{10}Az^2, 6H^2O$. — Quatre déterminations. Vers 16°, une partie d'hydrate en poids a été dissoute dans des poids d'eau qui ont varié de 25 à 50 fois celui du corps. Pour le poids moléculaire, on a trouvé : $-9^{Cal},16$; $-9^{Cal},28$; $-9^{Cal},04$; $-9^{Cal},105$. Moyenne générale : $-9^{Cal},15$.

» *Base anhydre*. — $C^4H^{10}Az^2$,

1 partie + 190 p. eau, à 14° .... $+5^{Cal},16$

Il résulte de ces nombres que la formation de l'hydrate

$C^4H^{10}Az^2$ crist. + $6H^2O$ liq., dégage .... $+14^{Cal},31$

» Si l'on suppose l'eau solide, le calcul donnerait vers 15° : $+4^{Cal},9$. Cette chaleur de combinaison est considérable.

» Les données précédentes peuvent servir à rechercher s'il existe quelque autre hydrate de pipérazine, défini par une chaleur de formation propre.

» En fait, la masse cristallisée obtenue à 120° répondait (encore imbibée d'eau-mère) à $10H^2O$. Mais sa chaleur de dissolution a été trouvée sensiblement la même (pour une molécule $C^4H^{10}Az^2$) que celle de l'hydrate $6H^2O$; ce qui s'accorde avec un simple mélange de ce corps et d'eau.

» D'autre part, le corps obtenu vers 135°, avec la composition brute, $C^4H^{10}Az^2, \frac{1}{2}H^2O$, a fourni une chaleur de dissolution égale à $+4^{Cal},3$. Ce chiffre répond sensiblement à un simple mélange d'une molécule de la base anhydre, $C^4H^{10}Az^2$, avec $\frac{1}{12}(C^4H^{10}Az^2, 6H^2O)$, soit $+4^{Cal},1$. On voit que ces résultats sont peu favorables à l'hypothèse d'un hydrate intermédiaire réputé normal, tel que $C^4H^{10}Az^2, H^2O$. En tout cas, cet hydrate, s'il existe, n'aurait point de stabilité.

» CHALEUR DE FORMATION PAR LES ÉLÉMENTS ET CHALEUR DE COMBUSTION. — La chaleur de combustion de la pipérazine a été mesurée en opérant sur l'hydrate cristallisé, la base anhydre absorbant trop vite l'humidité. Le composé pur brûle mal dans la bombe, et l'on a dû y ajouter une certaine dose de camphre, purifié expressément pour ce genre d'opérations et dont la chaleur de combustion, très bien connue par des expériences directes sur le même échantillon, a été déduite.

» 3 opérations ont fourni pour 1^{gr} d'hydrate de pipérazine 3627,0; 3634,5; 3622,4; moyenne 3628^{cal} à volume constant.

» Le corps brûlé renfermant un léger excès de carbone, ainsi qu'il a été dit plus haut, je rapporterai d'abord sa chaleur de combustion à un poids de matière contenant exactement 1^{gr} de carbone : soit $14398^{cal},8$, ce qui fait pour 48^{gr} de cet élément, c'est-à-dire pour le poids moléculaire,

$C^4H^{10}Az^2$ renfermé dans l'hydrate : $691^{Cal},14$ à v. c.; $691^{Cal},3$ à p. c.

d'où la chaleur de formation par les éléments

$C^4 + H^{10} + Az^2 + 6H^2O$ liquide.	$+30^{Cal},9$
Mais $6H^2O$ liquide $+ C^4H^{10}Az^2$ solide dégage.	$+14^{Cal},3$

» Donc en définitive la diéthylène diamine solide pure

$C^4 + H^{10} + Az^2 = C^4H^{10}Az^2$ cristallisé.......... $+16^{Cal},6$

» La chaleur de combustion sera dès lors $705^{Cal},6$.

» RELATIONS DE LA PIPÉRAZINE AVEC L'ÉTHYLÈNE DIAMINE. — La chaleur de formation de la pipérazine est à peu près double de la chaleur de formation de l'éthylène diamine, $C^2H^8Az^2$: + 8, 8.

» Cet excès mérite attention, au point de vue du mode de génération de la pipérazine et de sa constitution véritable, qui n'est peut-être pas exactement celle d'une diéthylène diamine, c'est-à-dire d'un alcali secondaire, dérivé du glycol, alcool divalent, dont l'éthylène-diamine représente l'alcali primaire. C'est ce qui va être examiné. A première vue, et sans

discuter de plus près leur constitution, les deux diamines diffèrent par une addition de C^2H^2, ou, ce qui revient au même, par une substitution de C^2H^4 à H^2, laquelle dégage dans le cas actuel $+7^{Cal},8$; la fonction générale des deux corps demeurant la même, quoique avec une certaine différence dans la valence du composé, comparée à celle de ses éléments. En effet, il semble que la diéthylène diamine, envisagée comme dérivée de C^2H^4, composé incomplet, par substitution à H^2 d'un corps saturé, $C^2H^8Az^2$, c'est-à-dire $C^2H^2(C^2H^8Az^2)$, devrait être apte à fixer encore H^2, comme son générateur.

» Or le dégagement de $+7^{Cal},8$ par une addition de C^2H^2, à l'éthylène diamine, dans le cas précédent, contraste avec les valeurs thermiques observées, lors des additions de C^2H^2 à une molécule, dans les exemples suivants, où la fonction générale demeure la même, et en outre la variation de valence semblable dans le système. Tels sont le changement du formène en propylène, tous deux gazeux :

$$CH^4 + C^2H^2 = C^3H^6 \text{ absorbe} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad -28^{Cal},3$$

le changement de la benzine en styrolène, tous deux liquides, changement qui représente une réaction réelle et même facile à effectuer :

$$C^6H^6 + C^2H^2 = C^8H^8 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad -12^{Cal},0$$

le changement de l'alcool méthylique en alcool allylique, tous deux liquides :

$$CH^4O + C^2H^2 = C^3H^6O \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad -14^{Cal},5$$

le changement de l'aldéhyde éthylique en aldéhyde crotonique, tous deux liquides :

$$C^2H^4O + C^2H^2 = C^4H^6O \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad -15^{Cal},2$$

de même l'aldéhyde benzoïque changé en cinnamique : $-13^{Cal},6$.

» L'acide acétique, $C^2H^4O^2$, changé en acide crotonique, $C^4H^6O^2$, tous deux solides : $-14^{Cal},0$, etc.

» Les fonctions carbure d'hydrogène, alcool, aldéhyde, acide, etc., demeurent d'ailleurs les mêmes, dans ces divers cas, comme dans celui des deux éthylènes diamines. Dans tous les premiers cas également l'introduction de C^2H^2 a pour effet, en théorie, de communiquer au composé nouveau 2 valences de plus que celles du corps primitif : le formène étant saturé et le propylène apte à fixer H^2, Br^2, HCl, etc.

» De même la benzine est saturée au sens cyclique, le styrolène devenant apte à fixer H^2, Br^2, etc.

» L'alcool méthylique est saturé, l'alcool allylique fixant H^2, Br^2, HCl, etc.

» Or c'est là le point qui paraît constituer une différence pour la pipérazine.

» En effet, l'introduction de l'azote modifie beaucoup les relations de saturation des éléments et, par suite, les relations thermochimiques. Dans le cas présent, le contraste entre la formation thermique de la pipérazine et celle des carbures et composés oxygénés précédents apparaît, d'après les faits et relations suivantes.

» La transformation pyrogénée de l'éthylène diamine en diéthylène diamine

$$2\,C^2H^8Az^2 = C^4H^{10}Az^2 + 2\,AzH^3$$

dégagerait, les corps supposés pris à la température actuelle et l'ammoniaque gazeuse,

$$-17,6 + (16,6 + 24,4 = 41,0) = +23^{Cal},4,$$

l'ammoniaque liqnide, $+32^{Cal},3$.

» On sait qu'en fait cette transformation s'accomplit aisément sous la forme de chlorhydrates,

$$2\,(C^2H^8Az^2, 2\,HCl) = (C^4H^{10}, 2\,HCl) + 2\,(AzH^3, HCl)$$

en donnant lieu à un dégagement de $+26^{Cal},9$; la chaleur de formation des chlorhydrates se compensant à peu près d'après les déterminations que je vais exposer.

» Un semblable dégagement thermique contraste avec les absorptions de chaleur, constatées d'ordinaire dans les compositions pyrogénées simples, c'est-à-dire dans celles où il y a, comme ici, accroissement du nombre des molécules. La différence est due évidemment à la condensation du carbone, survenue lors de la transformation de l'éthylène diamine en pipérazine.

» Cette condensation paraît donner lieu à une saturation interne, comparable à celle des corps cycliques et qui aurait pour résultat de faire disparaître le caractère incomplet du composé, c'est-à-dire son aptitude théorique à s'unir avec 2 atomes d'hydrogène : elle équivaut, au point de

vue thermochimique, à une combinaison véritable, accomplie avec dégagement de chaleur, ainsi que je l'ai établi par de nombreux exemples, empruntés à l'histoire des composés cycliques (¹). Or la pipérazine semble présenter un tel caractère : on peut l'induire tout d'abord de l'absence d'un hydrate stable, tel que $C^4H^{10}Az^2, H^2O$, comparable à l'hydrate d'éthylène diamine, absence constatée par mes mesures thermiques sur les produits de distillation de l'hydrate commercial. Mais l'induction principale à cet égard résulte des transformations réciproques de la pyrazine, $C^4H^4Az^2$, en pipérazine, et de la pipérazine en pyrazine, composé auquel on s'accorde à attribuer une formule cyclique véritable.

» Chlorhydrates de pipérazine. — La pipérazine se combine avec 2 équivalents d'acide chlorhydrique, en formant un dichlorhydrate cristallisé. Mais la combinaison passe par deux phases successives, conformément à la loi des proportions multiples. C'est ce que montrent les déterminations thermiques exécutées sur les dissolutions. En effet, à l'état dissous, j'ai trouvé, vers 16°, avec une dissolution de l'hydrate cristallisé :

$C^4H^{10}Az^2$ étendu + HCl étendu	+10,36
$C^4H^{10}Az^2$ étendu + 2ᵉ HCl étendu	+ 7,05
Soit pour + 2HCl	+17,41

Avec la base anhydre, j'ai obtenu : +10,5 et +7,0.

» Observons d'abord que ces valeurs sont plus faibles que les deux données correspondantes, observées avec l'éthylène diamine (+12,52 et +11,0) : la pipérazine est donc une base plus faible.

» En outre, la saturation de la seconde valence donne pour les deux bases une valeur moindre que celle de la première. Je reviendrai sur ce point dans une Note spéciale.

» La soude et la potasse déplacent à peu près entièrement la pipérazine dans son chlorhydrate dissous. En fait j'ai observé, lors de l'action de 2NaOH dissoute : $+10^{Cal},0$; ce qui répond sensiblement à l'écart calculé : 27,4 — 10,0.

» Le dichlorhydrate de pipérazine renferme, d'après les auteurs, une molécule d'eau. Le corps que j'ai préparé répondait, en effet, d'après son analyse, à

$$C^4H^{10}Az^2, 2HCl.H^2O.$$

(¹) *Thermochimie. Données et lois numériques*, t. I, p. 504.

Sa dissolution à 16°, dans 60 fois son poids d'eau, a absorbé pour 1 molécule : $+6^{Cal},0$.

» En desséchant ce composé à l'étuve, vers 110°, pendant plusieurs heures, il perd son eau, en même temps que le sel anhydre commence à se sublimer. Le chlorhydrate de pipérazine se volatilise d'ailleurs également en quantité sensible, pendant l'évaporation de ses dissolutions chauffées sur un bain-marie, sans doute à l'état dissocié. En tout cas, lorsqu'on chauffe le sel cristallisé dans une étuve, il reste un composé effleuri, répondant à la formule

$$C^4H^{10}Az^2, 2HCl\ldots \quad Cl\ \text{trouvé} = 44,35 \qquad \text{calculé} = 44,65.$$

» J'en ai déterminé la chaleur de dissolution dans l'eau à 16° (1 partie de sel + 35 parties d'eau), soit pour une molécule : $-4^{Cal},09$; ce qui fait pour la fixation de H^2O liquide : $+1,91$; H^2O solide : $+0,3$.

» On conclut de ces nombres la chaleur de formation du sel anhydre par l'acide gazeux et la base solide :

$$C^4H^{10}Az^2 + 2HCl = C^4H^{10}Az^2, 2HCl\ldots \quad +61^{Cal},4.$$

» Pour 1 molécule d'acide gazeux, cela fait + 30,7 pour la base solide; ou $+30,7+\frac{1}{2}F$ pour la base liquide, F étant sa chaleur de fusion.

» La formule de cette formation étant comparée à celle du chlorhydrate d'ammoniaque (+ 38,2 depuis une seule molécule de HCl et AzH^3 liquide), elle répond pour la pipérazine à un nombre sensiblement inférieur. Il en est de même, si on la compare aux chlorhydrates de méthylamine, éthylamine, etc., équivalents; tandis qu'elle l'emporte sur la chaleur de formation des sels d'alcalis plus faibles, tels que l'aniline ($+27^{Cal},4$).

» J'ai montré plus haut l'importance de ces données pour rendre compte de la formation pyrogénée, de la pipérazine, au moyen de l'éthylène diamine, et pour en discuter le caractère cyclique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques caractères des diamines, tirés de leur neutralisation;* par M. **Berthelot**.

« Dans le cours de mes études sur les éthylènes diamines, j'ai eu occasion de constater certains caractères tirés de leur neutralisation, soit par

voie thermochimique, soit par voie alcalimétrique en présence des colorants; caractères qui peuvent être employés tant pour distinguer une polyamine d'une monamine, que pour déterminer, dans une dissolution, la proportion de la polyamine et même la dose d'acide fort, qui lui serait déjà combinée sans la saturer entièrement.

» Commençons par établir comment ces diverses données peuvent être obtenues en partant des mesures thermochimiques. La chaleur dégagée pendant la neutralisatiom d'un acide fort monovalent par les monoamines proprement dites, telles que l'éthylamine, l'aniline, la pipéridine, la pyridine dissoutes, est à peu près proportionnelle à la dose progressive de cet acide; tel est l'acide chlorhydrique étendu, que l'on fait réagir jusqu'à équivalence sur une dissolution étendue renfermant une molécule de la base. Les variations observées pendant les additions successives d'une même fraction d'acide, quoique sensibles dans des mesures très précises et susceptibles d'accuser l'état de dissociation partielle des sels des bases faibles, sont cependant assez restreintes pour laisser apparaître une proportionnalité approximative.

» Il en est autrement des diamines et des bases polyvalentes étudiées jusqu'ici. D'après les expériences de MM. Colson et Darzens, Vignon et les miennes propres, les valences successives répondent à des chaleurs de neutralisation très inégales, ces bases se rapprochent à cet égard de l'acide phosphorique et des acides oxybenzoïques et analogues : on ne connaît même aucune base polyvalente dont les valences successives soient à peu près égales, comme le sont celles des acides bibasiques ou tribasiques à fonction simple (oxalique, succinique, aconitique, mellitique, etc.). On pourrait même douter *a priori* que cette égalité approximative soit réalisable. Sans m'étendre autrement sur ce sujet, je me bornerai à observer que l'on peut profiter de ce caractère pour déterminer le poids moléculaire d'une base, susceptible d'être représentée par deux formules multiples l'une de l'autre. J'ai rappelé, par exemple que la diéthylène diamine, $C^4H^{10}Az^2$, avait été d'abord représentée par une formule à coefficients moitié moindres, C^2H^5Az. Or son poids moléculaire réel aurait pu être déterminé, dans les dissolutions et indépendamment de toute autre réaction, si l'on avait connu à cette époque les méthodes thermochimiques, je veux dire l'action thermique progressive de l'acide chlorhydrique.

» Le fait de l'existence de deux valences successives et inégales peut être constaté d'ailleurs aisément, même si l'on ne connaît ni la formule

d'un alcali, ni le poids de ce corps contenu dans une dissolution. C'est donc un caractère précieux pour résoudre les problèmes de polyvalence.

» Réciproquement, étant connues les chaleurs dégagées par la réaction successive de 2 équivalents d'acide chlorhydrique sur une diamine déterminée, on pourrait déterminer le poids inconnu de cette base renfermé dans une liqueur, si elle était entièrement libre. On pourrait aussi, dans le cas où le poids total de la base dissoute serait connu, mais en partie combiné avec une dose insuffisante d'acide chlorhydrique, déterminer, d'après la différence thermique, le poids de cet acide déjà contenu dans la liqueur. Enfin, on pourrait même, — en principe du moins, car l'expérience est fort délicate, — déduire à la fois le poids total de la base et le poids de l'acide déjà combiné (supposé en dose inférieure à celle de la neutralisation) à l'aide de deux mesures thermiques, effectuées avec deux proportions successives d'acide additionnel.

» Telle est l'étendue des résultats fournis par la méthode thermochimique pour un corps polyvalent, acide ou base, dont les valences sont inégales. Ce ne sont pas là d'ailleurs de simples conceptions; car j'ai eu occasion d'employer ces méthodes dans l'étude de la distillation de la diéthylène diamine.

» Je me propose maintenant de montrer que les mêmes problèmes peuvent être résolus d'une façon plus prompte, plus facile et, dans la plupart des cas, susceptible d'une précision plus grande par l'emploi de carbures colorants usités en alcalimétrie, tels que le méthylorange et la phtaléine. Ils peuvent l'être, en neutralisant directement la base dissoute par un acide fort; ou bien, en sens inverse, en ajoutant à la dissolution un excès connu d'un tel acide et en revenant à la neutralité par la potasse. En employant deux colorants, on peut tirer de chacune de ces épreuves trois déterminations numériques du poids de la diamine, c'est-à-dire plusieurs contrôles de ce poids.

» La méthode repose au fond sur les mêmes principes que ceux employés dans l'étude des acides à valences multiples et inégales; mais il n'est pas à ma connaissance qu'on l'ait appliquée aux polyamines.

» Pour bien faire comprendre cette méthode, il paraît utile de rappeler d'abord que le méthylorange fournit, en présence d'un acide fort, une liqueur rose, qui vire au jaune lorsque la liqueur devient alcaline, par suite de l'addition d'une liqueur titrée de potasse. Au contraire, le virage a lieu

du jaune au rose, dans une liqueur alcaline additionnée d'acide chlorhydrique.

» Les propriétés du méthylorange sont comparables à celles du bichromate de potasse, qui joue exactement le même rôle, ainsi que je l'ai démontré par mes études spéciales, en donnant la théorie thermochimique des phénomènes.

» Les acides faibles ne font pas virer.

» La phtaléine, au contraire, demeure incolore dans une liqueur acide, même avec les acides faibles; elle se colore en rose, au moment où l'on atteint la limite de neutralisation par l'addition progressive d'une liqueur de potasse titrée. Inversement, la liqueur rose, obtenue en présence d'un alcali, se décolore à la limite de neutralisation par un acide même faible.

» Le regretté Joly a montré qu'en comparant les résultats observés avec le méthylorange et la phtaléine on peut, soit établir l'existence de deux basicités inégales d'un même acide, et le doser ainsi, s'il est isolé; soit doser un mélange d'un acide fort et d'un acide faible, chacun à fonction unique; soit doser un mélange d'un acide fort, à fonction unique, avec un acide à double fonction d'acide fort et d'acide faible.

» Ce sont ces réactions bien connues qui peuvent être appliquées à la reconnaissance et au dosage des polyamines, dans des conditions convenables qui vont être définies, ainsi qu'il résulte des faits que j'ai observés sur l'éthylènediamine et sur la pipérazine.

» Indiquons d'abord les résultats généraux des observations.

Titrage alcalimétrique de l'éthylène-diamine.

» I. *Par l'acide :* 1° On prend une dissolution chlorhydrique ($HCl = 2^{lit}$), on la verse goutte à goutte dans 10^{cc} d'une dissolution renfermant la base, teintée par la phtaléine rose, jusqu'à décoloration (laquelle est progressive vers la limite). Dans un essai déterminé, il a fallu 53^{div} d'acide;

» 2° Même opération, avec une dissolution teintée en jaune clair par le méthylorange, jusqu'à apparition de la teinte rose, virage plus net que le précédent. Avec la même liqueur que ci-dessus, il a fallu 99^{div} d'acide, c'est-à-dire sensiblement le double.

» II. *Par la potasse :* 1° On prend 10^{cc} d'une dissolution renfermant la base organique, en dose approximativement connue; on y verse d'un coup une dose d'acide chlorhydrique supérieure à 2 équivalents par molécule

de base : dose d'acide équivalente à $22^{cc},75$ (méthylorange), ou $22^{cc},8$ (phtaléine) d'après des essais antérieurs.

» Dans la liqueur qui renferme la base organique et qui a été acidulée, on ajoute de la phtaléine (incolore), puis on verse goutte à goutte une solution titrée de potasse, jusqu'à apparition de la couleur rose (plus nette que la précédente, quoique encore un peu progressive) : soit $17^{cc},25$, c'est-à-dire que la base représente dans cette liqueur : $22,8 - 17,25 = 5^{cc},55$;

» 2° On opère avec la même solution rendue acide, mais additionnée de méthylorange rose ; on y verse la potasse goutte à goutte jusqu'à virage jaune clair, qui est net ; ceci a exigé $11^{cc},6$.

» La base représente dès lors $22,75 - 11,6 = 11^{div},15$, c'est-à-dire sensiblement le double du résultat précédent.

» Les deux résultats, soit par l'acide, soit par la potasse, fournissent donc des résultats sensiblement concordants.

» Je les ai contrôlés, en recherchant si l'emploi du méthylorange peut être remplacé, au moins approximativement, par celui du bichromate de potasse, conformément à mes anciennes expériences relatives au dosage des acides.

» A cet effet, on a pris 10^{cc} d'une dissolution de la base organique, on y a versé 20^{cc} d'acide chlorhydrique titré, c'est-à-dire un excès, puis deux gouttes de bichromate de potasse rouge, et l'on a ajouté de la potasse titrée jusqu'à virage au jaune : ce qui a exigé $12^{cc},6$.

» Le titrage direct par la potasse de l'acide chlorhydrique employé au moyen du bichromate ayant exigé $23^{cc},5$, le titre de la base organique est dès lors $23,5 - 12,6 = 10^{cc},9$, ce qui répond sensiblement au chiffre observé avec le méthylorange.

» Il en résulte que la théorie de l'action exercée sur ce dernier dans le cas des diamines est la même que celle que j'ai développée pour le titrage des acides de force inégale ; les principes et la pratique de ces dosages étant ainsi fixés.

» Voici maintenant quelques données plus précises. J'ai opéré sur un poids connu d'hydrate liquide, $C^2H^8Az^2.H^2O$, et mis en œuvre 20^{cc} de l'acide chlorhydrique titrant comme il a été dit, $22^{cc},75$ avec le méthylorange, $22^{cc},8$ avec la potasse.

» On a pris 10^{cc} d'une solution, renfermant $0^{gr},187$ d'hydrate d'éthylène diamine.

» On les a mêlés avec 20^{cc} de l'acide précédent et l'on est revenu à la

neutralité avec la potasse. Les résultats numériques ont été donnés plus haut; l'un des colorants répondant à une quantité de potasse double de l'autre, et permettant de calculer le poids de la base.

» En outre la différence entre les deux titres, soit : 11,15 — 5,55 = 5,6, est directement proportionnelle au poids de la pipérazine et permet de la calculer, d'après une valeur où les erreurs dues à l'inégalité de valeur des deux dosages se compensent : ce qui m'a engagé à faire entrer cette valeur comme troisième donnée dans le calcul des moyennes. Elle constitue d'ailleurs une détermination directe du poids de la base, dans les cas où une partie de cette base a été déjà en partie combinée avec un acide fort. Dès lors nous pouvons calculer le poids de l'éthylène diamine de trois manières différentes :

	gr	
D'après le méthylorange.......	0,179	Moyenne... 0,181
D'après la phtaléine...........	0,178	
D'après leur différence.........	0,186	
Valeur réelle.................	0,187	

» Ces chiffres, reproduits sans aucune correction, donnent une idée de la méthode et de son degré de précision. Ils montrent en même temps très nettement la caractéristique d'une diamine, à l'aide des colorants,

» Soit maintenant la diéthylène diamine. En opérant sur une dissolution titrée de cette base (hydrate), additionnée avec un excès connu d'acide chlorhydrique, et en revenant à la neutralité par la potasse, on a obtenu par voie de différence, comme plus haut :

Méthylorange............................	$60^{cc},5$
Phtaléine..................................	$29^{cc},4$

» Le premier titre est sensiblement double du second. La différence de ces valeurs, soit 31,1, est proportionnelle au poids de la base. On calcule d'ailleurs les poids suivants :

	gr	
D'après le méthylorange........	1,77	Moyenne... $1^{gr},77$
D'après la phtaléine...........	1,72	
D'après la différence...........	1,81	
Valeur réelle..................	1,766	

» Sur un poids d'hydrate renfermant $0^{gr},483$ de base anhydre, l'essai suivant a été fait au moyen de l'acide sulfurique :

Le méthylorange indiquait..	$9^{cc},2$
La phtaléine	$4^{cc},5$
Le tournesol (par un virage spécial, délicat à saisir)................	$9^{cc},1$
D'après le méthylorange, le poids de la base anhydre calculé était....	$0^{gr},480$

» Une autre expérience faite avec un poids connu de la base anhydre préalablement isolée et l'acide chlorhydrique :

D'après le méthylorange	1gr,55	Moyenne...	1gr,55
D'après la phtaléine...........	1,49		
D'après la différence...........	1,62		
Valeur réelle..................	1,59		

» Les virages sont un peu moins sensibles avec la pipérazine qu'avec l'éthylène diamine; ce qui semble tenir aux valeurs moindres des chaleurs de neutralisation. Il me paraît probable, d'ailleurs, que les diamines jouissant de deux chaleurs de neutralisation, toutes deux notamment plus faibles que les précédentes, ne manifesteront plus les mêmes différences à l'égard des colorants : il y faut, comme pour les acides polyvalents, le contraste entre une basicité forte et une basicité faible.

» Les méthodes qui viennent d'être décrites permettent de déterminer non seulement le poids d'une diamine renfermée dans une dissolution, mais même celui de l'acide chlorhydrique qui pourrait y avoir été introduit à l'avance, sans autre secours que la connaissance du titre de l'acide et de la potasse que l'on y ajoute, et des limites de neutralisation définies par la phtaléine et le méthylorange, comme il serait facile de le démontrer par un petit calcul. Mais cette détermination manque de sensibilité. La différence des deux limites indiquées par ces réactifs est d'ailleurs, dans tous les cas, proportionnelle au poids de la base.

» Si l'on cherche maintenant à se rendre compte de ces résultats et du rôle des deux colorants pour accuser : le méthylorange, la double basicité; la phtaléine, une basicité simple des diamines mises en expérience. On ne saurait contester que cette différence est corrélative de la grandeur différente des deux chaleurs de neutralisation, caractéristiques de ces deux basicités.

» La théorie de ces phénomènes me paraît dériver de considérations thermochimiques semblables à celles que j'ai invoquées précédemment pour expliquer les faits observés dans l'étude des acides polyvalents, jouant à la fois le rôle d'acides forts et d'acides faibles. La similitude des effets observés en substituant le bichromate de potasse au méthylorange est décisive à cet égard ([1]). »

([1]) *Thermochimie. Données et lois numériques,* t. I, p. 356.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Préparation et dosage du glycogène;* par M. **Armand Gautier.**

« Divers procédés ont été donnés pour préparer le glycogène. Ils fournissent généralement un produit mélangé de corps azotés, même après purification par ébullition avec la lessive de potasse ou l'acide acétique ([1]). Les méthodes que l'on a voulu appliquer au dosage du glycogène sont particulièrement insuffisantes ou douteuses ([2]).

» J'ai observé que lorsqu'à un extrait d'origine végétale ou animale on ajoute de l'acétate mercurique en léger excès, en ayant soin de maintenir les liqueurs neutres par du carbonate de potasse étendu, on précipite la presque totalité des corps azotés, ce qui permet de retrouver ensuite plus facilement dans le filtratum les matières ternaires que l'acétate mercurique ne précipite pas le plus ordinairement dans ces conditions. J'ai profité de cette observation pour en dériver une méthode de préparation et de dosage du glycogène ([3]).

» La matière brute où l'on cherche le glycogène est grossièrement divisée, lorsqu'elle n'est pas liquide, et jetée dans une fois et demie son poids d'eau bouillante. Après quinze minutes, on l'en retire et on la broie fine-

---

([1]) Le procédé de Brücke [précipitation préalable des corps azotés en liqueur chlorhydrique, par l'iodomercurate de potassium (*Sitzungsber. d. Wien. Akad.*, t. LXIII, II, p. 214; 1871)] donne un glycogène impur, mêlé de corps azotés, et souvent altéré ou souillé de mercure réduit. J'en dirai autant du procédé analogue de Kistiakowsky [*Bull. Soc. chim.* (3), t. XII, p. 840]. La méthode consistant à précipiter le glycogène par le perchlorure de fer en présence des acétates n'est pas un procédé de dosage, pas plus que le procédé de Clautrian qui précipite le glycogène par l'iodure de potassium ioduré en présence d'un excès de sel marin et de sulfate d'ammoniaque, et sépare ensuite l'iode du glycogène iodé par l'acide snlfureux.

([2]) En particulier, celle qui consiste à doser, grâce au réactif cupropotassique, le pouvoir réducteur pouvant préexister dans la liqueur à aciduler alors de 5 à 6 pour 100 de SO^4H^2 à porter à 110°-120° et à reprendre le pouvoir réducteur nouveau; la différence est attribuée à la transformation du glycogène en glycose. Cette méthode donne toujours des résultats trop élevés.

([3]) C'est aussi, on le comprend, une méthode plus générale permettant de séparer des corps azotés, définis ou extractifs, les principes ternaires non azotés. C'est là une étude qui se fait en ce moment dans mon laboratoire.

ment. La pulpe est remise à bouillir dans la même eau durant trente à quarante minutes. On jette le tout sur une toile, on exprime et l'on épuise la partie solide avec de nouvelle eau jusqu'à ce que la liqueur qui filtre ne se colore plus en brun ou violet par l'eau iodée. L'épuisement, souvent recommandé, du foie ou des tissus par de l'eau alcalinisée de 2 à 3 pour 100 de carbonate sodique n'augmente pas les rendements et rend les filtrations très pénibles. J'en dirai autant de l'acidulation des liqueurs.

» Deux à trois litres d'eau suffisent pour épuiser 500^{gr} de foie ou de muscle.

» La liqueur neutralisée et grossièrement filtrée est concentrée rapidement de près de moitié à l'ébullition ([1]). On en sépare alors la dixième partie environ, qu'on refroidit et triture avec de l'acétate de mercure neutre mêlé d'un peu d'acétate de potasse. On ajoute, en agitant, le magma ainsi obtenu au reste de la liqueur et l'on s'assure, sur une petite portion qu'on filtre, si une solution d'acétate de mercure ne précipite plus nettement, même après dix à quinze minutes, ou s'il est nécessaire d'ajouter encore un peu de ce réactif. En général, 20^{gr} à 25^{gr} d'acétate de mercure suffisent par litre de bouillon de foie. On laisse douze heures au moins au contact à 18° ou 20°, en agitant souvent, puis on filtre, ou mieux on centrifuge ([2]). Le précipité est épuisé avec un peu d'une solution d'acétate mercurique à 1 pour 100. Je me suis assuré qu'ainsi lavé il n'entraînait pas de glycogène ([3]).

» La solution filtrée contenant outre le glycogène une faible proportion de composés mercuriels est acidulée franchement avec de l'acide acétique et versée, en agitant, dans son volume d'alcool à 85° de l'alcoomètre centésimal. On lave longuement le précipité qui se forme avec de l'alcool à 33° centésimaux acidulé d'acide acétique pour dissoudre un peu d'oxyde de mercure entraîné, ou faiblement combiné, en même temps qu'un corps spécial qu'on distingue sous le microscope en ce qu'il ne se colore pas par l'eau iodée. Pour plus de sûreté encore, le glycogène brut précipité est redissous dans de l'eau à 70°-80° et la solution, filtrée ou centrifugée, acidulée à 5 pour 100 d'acide acétique et mêlée de 2 pour 1000 de sel

---

([1]) Même en liqueur acidulée d'acides faibles, le glycogène n'est pas altéré à l'ébullition.

([2]) Filtration difficile et qui peut retenir du glycogène.

([3]) On en précipiterait un peu si la liqueur mère avait été préalablement alcalisée.

marin, est portée à l'ébullition presque neutralisée après refroidissement et reprécipitée de nouveau par de l'alcool. Dès que la liqueur arrive à contenir 36 volumes d'alcool réel pour 100 il ne se dissout plus de glycogène, s'il y a en présence une trace de sel. Après cette seconde précipitation on lave le glycogène à l'alcool à 40°, tant qu'il contient une trace de mercure, puis à 90° centésimaux, enfin à l'alcool mêlé de son demi-volume d'éther. Finalement on le met à sécher à l'air sec ou dans le vide.

» Ainsi préparé le glycogène ne doit ni brunir ni jaunir par l'hydrogène sulfuré (trace de mercure). Il ne doit pas donner d'ammoniaque par fusion avec la potasse caustique.

» Ce procédé de préparation, à la condition qu'on substitue la centrifugence au filtre, est aussi une méthode de dosage, car je me suis assuré 1° que le glycogène ainsi précipité est pur, homogène au microscope, et qu'il répond, après dessiccation à 110°-120°, à la formule $(C^6H^{10}O^5)^n$; 2° que le précipité que forme l'acétate mercurique dans les extraits d'organes n'en entraîne pas, après lavages complets à l'eau acétique, si la liqueur où on le précipite est seulement légèrement acidulée d'acide acétique; 3° que la liqueur alcoolique où l'on précipite le glycogène n'en contient plus, dès qu'elle arrive, en présence d'une trace de sels, à contenir 36 à 40 volumes d'alcool réel pour 100.

» Par cette méthode, j'ai trouvé dans 1000^gr de foie à l'état frais :

	Glycogène.
Foie humain sain	20^gr,5 [1]
Foie frais de lapin	14^gr,0

» Je donnerai ici quelques-uns des caractères du glycogène pur, que j'ai observés au cours de ce travail.

» Après lavage à l'alcool éthéré, exciccation à l'air du laboratoire et séjour de douze heures sous la cloche à acide sulfurique, sans faire de vide, le glycogène contenait les quantités d'eau suivantes :

	Eau pour 100^gr.
Glycogène de foie de lapin	4^gr,8
» de foie humain	2,45
» de foie de poulet	1,35
» de muscle de cheval	1,93

(1) Foie de l'assassin Carrara traité cinq heures après l'exécution.

» La formule $(C^6H^{10}O^5)^6, H^2O$, attribuée au glycogène de foie par Boehm et Clautrian, demande 1,85 pour 100 d'eau ; la formule $C^6H^{10}O^5, H^2O$ de Pelouze exigerait : eau = 10,00.

» Le glycogène n'est qu'en apparence soluble dans l'eau. J'ai trouvé qu'il est arrêté en partie par les filtres de papier. Avec une solution un peu concentrée qui a déjà traversé le papier, le filtre de porcelaine d'amiante laisse d'abord passer, par aspiration à la trompe, une liqueur légèrement opalescente, puis ses pores se bouchent, la liqueur qui filtre s'éclaircit et bientôt on constate qu'elle ne louchit plus qu'à peine par l'alcool. Le glycogène, en apparence dissous, reste alors entièrement sur le filtre d'amiante que l'eau seule traverse.

» Ce corps est entièrement précipité de ses pseudo-solutions aqueuses par l'alcool dès que la liqueur marque 36° centésimaux en présence des traces de sels.

» Il ne précipite pas par l'acétate de mercure, il louchit faiblement et peu à peu par l'acétate de mercure ammoniacal, qui enlève aux liquides organiques l'à peu près totalité des corps azotés. Mais il précipite plus ou moins lentement par l'acétate de plomb légèrement ammoniacal. Chauffé au bain-marie durant trois heures, avec une lessive de potasse à 3 pour 100, le glycogène ne donne pas de corps réduisant le réactif cupropotassique. Il perd ainsi son opalescence, mais elle reparaît par neutralisation de la liqueur dont on reprécipite le glycogène par l'alcool.

» Le glycogène, chauffé à l'autoclave à 100° avec de l'acide acétique à 5 pour 100, durant trois heures ne subit aucune hydrolyse.

» Il se transforme lentement en un mélange de sucres réducteurs lorsqu'on chauffe ses solutions acidulées de 5 à 6 pour 100 d'un acide minéral, à la température de 115° à 120°, durant cinq à six heures. Dans ces conditions j'ai trouvé qu'il fallait, pour réduire 10^{cc} de liqueur de Fehling normale :

gr
0,050 de saccharose.
0,0526 de glycose anhydre.
0,0518 de glycogène sec de lapin hydrolysé à 115°.
0,0508 » »

» En somme et en moyenne 97,8 de glycogène sec de foie de lapin agissent, sur la liqueur cupropotassique après hydrolyse, comme 100 de glycose anhydre.

» Ce pouvoir réducteur, après l'intervention de l'eau acidulée à chaud, est loin d'être le même pour les divers glycogènes : le glycogène de foie humain est plus réducteur que celui de lapin et beaucoup plus que la glycose. Je me propose de montrer, dans un travail ultérieur, qu'en effet les substances confondues sous le nom de *glycogène* diffèrent, non seulement quand on les extrait d'organes différents (foie, muscles, etc.), fait déjà en partie reconnu depuis les recherches de Boehm et Hoffmann ([1]), mais aussi quand on les retire d'un même organe dans les diverses espèces animales; ces glycogènes peuvent différer, en effet, par plusieurs caractères : solubilité, coloration par l'iode, pouvoirs réducteurs et rotatoires, et, dans certains cas, par les sucres qui en dérivent lorsqu'on soumet ces divers glycogènes au dédoublement hydrolytique. »

MÉCANIQUE. — *Sur le tracé des freins hydrauliques.*
Note de M. **Vallier**.

« Les formules que j'ai communiquées à l'Académie (séances des 29 mai et 31 juillet derniers), sur la loi des pressions dans les bouches à feu, permettent d'établir le tracé des freins hydrauliques dans des conditions de précision supérieures à celles actuellement réalisées.

» On sait que la théorie de ces freins, que l'on s'efforce de faire travailler à pression constante, est basée sur le principe du travail à dépenser pour fournir au liquide contenu dans le cylindre du frein l'énergie nécessaire à son passage à travers les orifices ménagés à cet effet, avec la grande vitesse que nécessite la faible section de ces orifices par rapport à celle du cylindre.

» Ce travail s'évaluait primitivement en l'égalant à la force vive de recul que possédait le système, supposé actionné instantanément lors du départ du projectile. La méthode a été rectifiée par Hugoniot, qui a montré qu'il fallait tenir compte du fonctionnement du frein pendant le trajet du projectile dans l'âme.

» On peut faire aujourd'hui un pas de plus en avant en traitant la question comme il suit :

([1]) Ils ont comparé ces variétés aux diverses dextrines et amidons solubles obtenus aux cours de l'hydratation de l'amidon; mais les différences entre les glycogènes sont en réalité plus profondes.

» Le travail du frein s'opère en trois périodes, correspondant la première au trajet du projectile dans l'âme, la deuxième à la détente des gaz de la poudre après la sortie du projectile, tandis que, dans la troisième, la résistance du frein agit sans force antagoniste pour annuler l'énergie possédée par le système à la fin de la deuxième période.

» Le régime de la deuxième période n'a pas été mis en formules jusqu'à ce jour, à notre connaissance du moins, parce que l'on ne possédait pas de données suffisantes sur les conditions dans lesquelles elle s'exerce. Mais si l'on évalue la pression à l'instant du départ du projectile, par les formules que j'ai communiquées, et dont j'ai montré, dans la Note du 31 juillet, la concordance avec l'expérience, et si l'on remarque d'autre part que l'examen des tracés de pression après ce départ du projectile permet de les figurer par une ligne droite, on possède les éléments nécessaires à la mise en équation de la deuxième période, et par suite au tracé complet de la courbe directrice.

» Conservant les mêmes notations que dans la Note précitée, désignons en outre par P′ la pression à la bouche, par t_0 la durée du trajet dans l'âme, par t_1 celle de l'action gazeuse, et par M la masse du système soumis au recul, enfin par x et v les coordonnées relatives au déplacement du frein. Soit enfin R la résistance du frein travaillant seul, et à effort constant; les formules de balistique, d'une part, et le principe de la conservation du mouvement du centre de gravité, d'autre part, donnent immédiatement, les premières la valeur de P′ et de t_0, et le deuxième les éléments relatifs au frein à l'instant t_0 par les formules

$$Mv_0 = \left(m + \frac{\mu}{2}\right) U' - Rt_0$$
$$Mx_0 = \left(m + \frac{\mu}{2}\right) U - \tfrac{1}{2}Rt_0^2.$$

A ce moment commence la deuxième période. On sait par expérience que la quantité du mouvement de recul libre n'est pas Mv_0 mais cette dernière accrue d'une quantité que l'on évalue soit en fonction du poids de la charge à l'aide d'un paramètre spécial à chaque poudre, soit par la relation suffisamment approchée $\frac{3}{2}\mu U'$. Dès lors l'équation différentielle

$$M\frac{dv}{dt} = \omega P'\left(1 - \frac{t}{t_1}\right)$$

intégrée de o à t_1, définit t_1 par la relation

$$\tfrac{3}{2}\mu U' = \frac{\omega P' t_1}{2} \qquad \text{ou} \qquad t_1 = 3\mu U' : \omega P',$$

et lorsque l'on porte cette valeur dans les équations de recul avec frein

$$M\frac{dv}{dt} = \omega P'\left(1 - \frac{t}{t_1}\right) - R,$$
$$dx = v\,dt,$$

intégrées de zéro à t_1, on trouve, pour le point terminus de la deuxième période, les expressions

$$Mv_1 = Mv_0 - Rt_1 + \frac{1}{2}\omega P' t_1 = (m + 2\mu)U' - R(t_0 + t_1),$$
$$Mx_1 = Mx_0 + M\int_0^{t_1} v\,dt = \left(m + \frac{\mu}{2}\right)U + \left(m + \frac{3\mu}{2}\right)U' t_1 - \frac{1}{2}R(t_0 + t_1)^2.$$

» Dès lors, appelant L la course totale du frein et, par suite, $L - x_1$ la course réduite, l'équation du travail donne immédiatement

$$Mv_1^2 - 2R(L - x_1) = 0,$$

c'est-à-dire, en résolvant par rapport à R,

$$R = (m + 2\mu)^2 U'^2 : 2ML - (2m + \mu)U$$
$$- (2m + 3\mu)U' t_1 + 2(m + 2\mu)U'(t_0 + t_1),$$

ce qui détermine la résistance R à développer tout le long du parcours.

» Dès lors, appelant P_1 la pression dans le frein, A la surface de pression correspondante, on écrira

$$A = R : P_1,$$

ce qui donne l'aire effective du cylindre, et l'aire de l'orifice au point $x_1 t_1$ s'en déduira par la formule

$$a_1 = \frac{A}{v_1}\sqrt{\frac{2gP_1}{\delta}},$$

δ étant le poids du mètre cube de liquide employé.

» Pour tout autre point de la directrice, on aura couramment

$$a_x = a_1 \frac{v_x}{v_1},$$

et en particulier pour tous les points correspondant à la troisième période, on retombera sur la relation

$$a_x = \frac{a_1}{v_1}\sqrt{1 - \frac{x - x_1}{l - x_1}},$$

qui ne diffère de la formule élémentaire que par la substitution du point x_1 à l'origine dans le cas ordinaire, et au point x_0 dans la méthode plus approchée d'Hugoniot.

» Il ne reste plus qu'à tracer la portion de la courbe comprise entre l'origine du mouvement et le point x_1, et, pour cela, l'on déterminera les éléments de trois points de cette courbe.

» Le premier correspond au maximum de pression dans l'âme; il pourra, pour le tracé des orifices, se placer à l'origine du mouvement, dont il n'est distant, en réalité, que de 1^{mm} ou 2^{mm}. La vitesse y est donnée par la relation

$$v = \frac{2m + \mu}{M} U' V(\alpha),$$

en vertu des formules et du principe cités plus haut.

» Le deuxième point correspond à l'instant de la sortie du projectile : ses éléments ont été calculés précédemment.

» Le troisième point correspond à l'instant t' du maximum de vitesse de recul, instant donné par la relation

$$t' = \left(1 - \frac{R}{\omega P'}\right) t_1,$$

exprimant qu'il y a équilibre entre la pression gazeuse et l'effort du frein.

» Ses éléments x' et v' ont pour valeur

$$M v' = M v_0 + \omega P' \frac{t'^2}{2 t_1},$$

$$2 M x' = (2m + \mu)(U + U' t') - R(t_0 + t')^2 + \frac{t'^2}{3}(2\omega P' + R),$$

et, en ce point, la tangente à la courbe des vitesses en fonction des espaces est horizontale.

» La courbe des vitesses ainsi tracée, on en déduit celle des orifices par la relation $\frac{a_x}{a_1} = \frac{v_x}{v_1}$, et l'on repasse de ces orifices théoriques à ceux

réels à l'aide des coefficients d'écoulement convenables selon la forme de l'ajutage.

» Cette méthode permet de tenir compte, dans les tracés, de la pression maximum, alors qu'il n'en est pas ainsi avec les formules habituelles. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Firmin Larroque** soumet au jugement de l'Académie une Note « Sur la mesure de l'intensité des impressions sonores ».

(Renvoi à la Section de Physique.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un Ouvrage de M. *Ernesto Pascal*, ayant pour titre : « Repertorio di Matematiche superiori ». (Présenté par M. Hermite.)

2° Un Ouvrage de M. *Willard Gibbs*, intitulé : « Équilibre des systèmes chimiques », traduit par M. Le Chatelier. (Présenté par M. Picard.)

PHYSIQUE. — *Sur la masse du décimètre cube d'eau.* Note de MM. **Ch. Fabry**, **J. Macé de Lépinay** et **A. Pérot**, présentée par M. A. Cornu.

« Nous avons exposé, dans une précédente Communication, la méthode suivie pour mesurer en longueurs d'onde les dimensions d'un parallélépipède de quartz [1] de $0^m,04$ environ de côté. Notre but était de déterminer le volume de ce solide, en vue d'une nouvelle détermination de la masse du décimètre cube d'eau. Les faces du solide n'étant ni parfaitement planes ni parallèles deux à deux, il est nécessaire d'étudier comment varie l'épaisseur d'un point à l'autre de chaque couple de faces. Ces *mesures différentielles* doivent conduire au tracé des courbes d'égales épaisseurs pour les trois

---

[1] Taillé par M. Werlein.

couples de faces. La méthode suivante nous a permis de le faire d'une façon à la fois rapide et précise.

» Soit à étudier le couple de faces A, A'. Ces surfaces sont faiblement argentées, et placées respectivement à une très petite distance des surfaces planes B, B' de deux disques de verre de $0^m,06$ de diamètre; les surfaces B sont également argentées. Le système est susceptible de tous les réglages convenables, permettant de faire varier soit l'orientation, soit la distance des plans B, B' par rapport aux faces adjacentes du cube; chacun de ces réglages se fait par double mouvement, mouvement rapide par vis calantes pour le réglage approché, puis mouvement très lent par flexion d'une pièce d'acier au moyen de soufflets de caoutchouc pleins d'eau.

» Cela posé, imaginons que les surfaces B, B' aient été amenées au parallélisme (on verra plus loin comment cette condition essentielle est obtenue). En AB et A'B' restent de petites épaisseurs d'air; si l'on fait traverser normalement le système par un faisceau parallèle de lumière monochromatique, on obtiendra les deux systèmes correspondants de franges de lames minces, que l'on pourra représenter sur une même épure.

» Il suffit alors de joindre d'une façon convenable les points d'intersection des deux systèmes de courbes pour avoir les lignes d'égales épaisseurs du cube de quartz. A cause des propriétés des lames argentées, les franges se présentent sous forme de lignes très fines, et leurs points d'intersection sont très bien déterminés. Il est nécessaire que le dessin des franges soit obtenu assez rapidement pour que rien dans l'appareil n'ait le temps de se modifier; cela nous a conduits à photographier les franges, en utilisant la radiation violette de l'arc au mercure dans le vide (Arons) (1). Le faisceau incident étant à très peu près parallèle, on peut mettre au point à la fois, sur le verre dépoli, les deux systèmes de franges, et obtenir leurs images sur la même plaque. On agrandit l'épreuve par projection, et les courbes d'égales épaisseurs se tracent pour ainsi dire d'elles-mêmes (2). Ayant ces courbes, ainsi que l'épaisseur absolue en un point,

(1) Voir Fabry et Perot, *Comptes rendus*, 8 mai 1899. La radiation violette est si intense qu'une pose de trente secondes suffit, malgré les quatre argentures que la lumière doit traverser.

(2) Les courbes ainsi tracées sont presque identiques à celles que M. Macé de Lépinay avait obtenues par une méthode toute différente (*Annales de Chimie et de Physique*, mai 1897).

il est facile d'en déduire, en se servant du planimètre, l'épaisseur moyenne correspondant au couple de faces considéré.

» Reste à indiquer comment est obtenu le parallélisme des faces B, B'. Ces disques ayant 6^{cm} de diamètre débordent le cube, qui laisse à découvert quatre segments. En faisant traverser l'un d'eux par le faisceau issu d'un tube à cadmium et observant avec une lunette visant à l'infini, on pourra observer un système d'anneaux, produit par la lame d'air de 4^{cm} environ comprise entre B et B'. L'observation de ces anneaux permet déjà un réglage extrêmement approché, en les amenant à présenter une symétrie parfaite. Pour achever ce réglage, on éclaire successivement les quatre secteurs, et l'on examine les quatre systèmes d'anneaux obtenus; s'il subsiste une petite inclinaison des surfaces, les quatre épaisseurs ne sont pas identiques, et l'aspect des anneaux n'est pas le même dans les quatre systèmes. Le parallélisme sera parfait si, en éclairant successivement les quatre secteurs, on n'observe aucune modificatiou dans le système d'anneaux; on arrive facilement à ce résultat par un tâtonnement méthodique. L'éclairement successif des divers secteurs est obtenu d'une façon pour ainsi dire instantanée par rotation d'une lame épaisse de verre obliquement interposée sur le faisceau incident. La lumière employée est celle d'un tube à cadmium; grâce aux coïncidences des raies verte et rouge, il est impossible de commettre dans le réglage une erreur d'un anneau entier.

» Aussitôt ce réglage fait, on substitue par un jeu de miroir la lumière de l'arc au mercure à celle du cadmium et l'on photographie les franges de lames minces; enfin, on vérifie que le parallélisme s'est maintenu. L'ensemble de ces opérations ne dure pas plus d'une minute.

» On a raisonné comme si les surfaces B, B' étaient rigoureusement planes. Il suffit en réalité que, par un déplacement parallèle, elles soient applicables l'une sur l'autre. Il est facile de s'assurer que cette condition est satisfaite en amenant les deux surfaces presque au contact et photographiant les franges de la lame mince ainsi produite. On a trouvé que la correction nécessaire pour tenir compte de la courbure était bien inférieure aux erreurs d'observation; en d'autres termes, les surfaces, taillées par M. Sabin, peuvent être considérées comme parfaites.

» De ces mesures différentielles et des mesures absolues précédemment décrites, nous avons déduit le volume du cube de quartz (¹), $61^{cc},75136$.

(¹) En tenant compte d'une correction de $10^{cc},00013$, due à ce que les dièdres ne sont pas exactement droits (voir MACÉ DE LÉPINAY, *loc. cit.*).

» D'autre part, la masse d'eau à 4° déplacée par ce solide était exactement connue, grâce à la détermination de sa masse faite au Bureau international des Poids et Mesures, et à la détermination de sa densité faite par M. Macé de Lépinay. Cette masse d'eau est $61^{gr},75004$.

» On en conclut :

$$\text{Masse de } 1000^{cc} \text{ à } 4^{\circ} : 999^{gr},9786 = 1^{kg} - 21^{mg},4.$$

» Ce résultat paraît devoir être exact à quelques milligrammes près. Il présente un accord remarquable avec le nombre que M. Chappuis a bien voulu nous communiquer comme résultat provisoire de mesures, encore inédites, effectuées sur des cubes de verre par la méthode de M. Michelson :

$$1^{kg} - 24^{mg}.$$

» Nous ferons remarquer que, grâce à la méthode employée, nos mesures ont été possibles, malgré des imperfections sensibles dans la taille du cube; deux des faces opposées font un angle de 12″. En employant un cube plus parfait, on peut espérer réduire encore l'incertitude du résultat. »

PHYSIQUE. — *Enregistrement microphonique de la marche des chronomètres* [1]. Note de M. **Alphonse Berget**, présentée par M. Lippmann.

« On sait quelle est, pour les astronomes, les géodésiens et les marins, l'importance des chronomètres, qui, dans des mesures faites loin des observatoires, constituent la seule possibilité d'avoir l'heure du premier méridien.

» Aussi l'étude de ces instruments est-elle faite avec les plus grands soins, et leur marche est-elle déterminée par des observations nombreuses et variées quant aux conditions de température.

» J'ai cru qu'il serait utile de pouvoir enregistrer graphiquement la marche de ces appareils garde-temps sans les ouvrir et sans les munir d'un organe quelconque surchargeant une de leurs pièces. J'ai pensé, pour cela, à la transmission microphonique des battements de l'échappement.

» A cet effet, j'ai construit un microphone de Hughes, à charbon vertical et à support très léger; le crayon mobile ne présente qu'une inertie très

(1) Ce travail a été fait au laboratoire des Recherches physiques de la Sorbonne.

faible. Ce microphone A, simplement posé sur le chronomètre à étudier, est monté en série avec une pile-bloc de huit éléments et un téléphone, sur la plaque vibrante duquel est monté un transmetteur microphonique B à quatre charbons. Ce transmetteur B est lui-même monté en série avec un récepteur téléphonique dont la membrane exécute, dans ces conditions, et grâce au courant fourni par quatre éléments de pile secs, des vibrations d'une amplitude suffisante pour rompre à chaque vibration un contact établi entre une pointe de charbon et une lame de platine fixée à la membrane. La rupture et le rétablissement de ce contact sont utilisés pour produire, sur un cylindre noirci à la fumée et mis en mouvement par un mécanisme à régulateur Yvon-Villarceau, l'inscription de chaque battement produit par l'échappement du chronomètre. Les courbes sont très nettes et d'une lecture très aisée.

» Les avantages de cette méthode sont les suivants :

» 1° Suppression de l'erreur personnelle dans l'observation du chronomètre;

» 2° Possibilité d'employer, avec une précision aussi grande qu'on veut, la méthode des coïncidences à la comparaison du chronomètre avec un pendule, puisqu'on peut inscrire la marche de celui-ci à côté de celle du chronomètre, sur le même cylindre, et qu'on est maître de la vitesse de rotation;

» 3° Possibilité de suivre et d'enregistrer la marche d'un chronomètre pendant qu'il est à l'étuve ou à la glacière, sans ouvrir les enceintes où on l'a placé;

» 4° Chaque chronomètre peut être rendu émetteur de signaux quelconques et régler plusieurs horloges, puisque le contact rompu et rétabli périodiquement peut être employé à commander un relais ordinaire;

» 5° La méthode s'applique également à l'inscription de la marche d'une horloge astronomique à balancier, sans qu'il soit besoin de munir celui-ci du moindre organe additionnel dont la masse troublerait le mouvement ou nécessiterait un réglage nouveau : il suffit de poser le microphone A sur une pièce fixée à la caisse de la pendule. »

PHYSIQUE. — *Sur la radioactivité provoquée par les rayons de Becquerel* (¹). Note de M. **P. Curie** et de Mme **M.-P. Curie**, présentée par M. Becquerel.

« En étudiant les propriétés des matières fortement radioactives, préparées par nous (le polonium et le radium), nous avons constaté que les rayons émis par ces matières, en agissant sur des substances inactives, peuvent leur communiquer la radioactivité, et que cette radioactivité induite persiste pendant un temps assez long.

» Voici comment les expériences sont disposées. La matière radioactive en poudre se trouve sur un plateau horizontal; au-dessus de cette matière l'on place, à quelques millimètres de distance, la plaque que l'on étudie, soutenue par des cales. De temps en temps, l'on enlève la plaque supérieure, on la porte immédiatement dans l'appareil de mesures électriques et l'on détermine sa radioactivité par la conductibilité qu'elle communique à l'air (²).

» On constate ainsi que la plaque exposée a acquis une radioactivité qui augmente avec le temps de l'exposition; au bout de quelques heures, toutefois, cette augmentation ne se fait plus que très lentement, et la radioactivité induite semble tendre vers une limite.

» Si l'on soustrait la plaque activée à l'influence de la substance radioactive, elle reste radioactive pendant plusieurs jours. Toutefois, cette radioactivité induite va en décroissant, d'abord très rapidement, ensuite de moins en moins vite et tend à disparaître suivant une loi asymptotique.

» Pour observer le phénomène, il est nécessaire de faire agir des substances fortement radioactives. Nous avons fait nos expériences avec des substances de 5000 à 50000 fois plus actives que l'uranium; les activités induites observées immédiatement après l'exposition variaient alors entre 1 et 50 fois celle de l'uranium (³). Ces activités étaient réduites au dixième

(¹) Ce travail a été fait à l'École municipale de Physique et de Chimie industrielles.

(²) *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 1101; *Revue générale des Sciences*, 30 janvier 1899.

(³) Certains échantillons de chlorure de baryum radifère ont donné lieu à des activités induites d'intensité très variable, bien que, au courant des expériences, l'activité propre de ces échantillons n'ait pas varié sensiblement. Ces irrégularités semblent être

de leur valeur primitive deux à trois heures après le moment où la substance impressionnante a cessé d'agir.

» Nous avons examiné ainsi l'effet des rayons de Becquerel sur diverses substances : le zinc, l'aluminium, le laiton, le plomb, le platine, le bismuth, le nickel, le papier, le carbonate de baryum, le sulfure de bismuth. Nous avons été très surpris de ne point trouver des différences d'ordre de grandeur dans les radioactivités induites dans ces différentes substances qui se comportent toutes d'une manière analogue.

» Le but du présent travail a été surtout de rechercher si la radioactivité induite n'était pas due à des traces de matière radioactive qui se seraient transportées sous forme de vapeur ou de poussière sur la lame exposée. La façon analogue dont se comportent les diverses substances impressionnées semble favorable à une pareille supposition. Cependant, nous croyons pouvoir affirmer qu'il n'en est pas ainsi et qu'il existe une *radioactivité induite*.

» La disparition graduelle et régulière de l'activité induite, quand la plaque impressionnée est au repos, semble exclure l'hypothèse des poussières non volatils, et il est bien difficile d'admettre que les sels de baryum radifères soient volatils. En lavant à l'eau les plaques impressionnées par le chlorure de baryum radifère, on ne fait pas disparaître leur activité, quoique ce sel soit soluble.

» Enfin nous avons organisé avec le plus de soin possible une expérience qui nous semble décisive. Nous avons enfermé une substance très fortement radioactive (50000 fois plus active que l'uranium) dans une boîte métallique complètement close, dont le fond est formé par de l'aluminium très mince. Les plaques en contact avec le fond de la boîte sont rendues radioactives; l'activité provoquée était de 10 fois à 17 fois plus grande que celle de l'uranium.

» On obtient des effets de radioactivité induite très intenses en posant la substance impressionnante directement sur la plaque à impressionner. On peut employer comme substance impressionnante le chlorure de baryum radifère, dont on peut retirer les dernières traces par un lavage à l'eau. On arrive ainsi à avoir des radioactivités induites plusieurs centaines de fois plus grandes que celles de l'uranium.

» Le phénomène de la radioactivité induite est une sorte de rayonne-

---

en relation avec les variations de la température ambiante et de l'état hygrométrique de l'air; ce point n'est pas encore élucidé.

ment secondaire dû aux rayons de Becquerel. Cependant ce phénomène est différent de celui que l'on connaît pour les rayons de Röntgen. En effet les rayons secondaires des rayons de Röntgen étudiés jusqu'ici prennent naissance brusquement au moment où le corps qui les émet est frappé par les rayons de Röntgen et cessent brusquement avec la suppression de ces derniers.

» Devant les faits dont nous venons de parler, on peut se demander si la radioactivité, en apparence spontanée, n'est pas pour certaines substances un effet induit. »

M. H. **Becquerel**, à la suite de la Communication de M. et Mme Curie, présente les observations suivantes :

« Le nouveau fait très remarquable observé par M. et Mme Curie me semble devoir être rapproché de celui que j'ai signalé il y a plusieurs mois (1) et qui apparaissait comme une fluorescence invisible sans qu'on ait aucun renseignement sur sa durée, tandis que M. et Mme Curie montrent qu'il existe une action persistante de l'ordre d'une phosphorescence.

» Cette observation n'a pu être faite que grâce à l'activité radiante prodigieuse des matières découvertes par M. et Mme Curie, alors que dans mes premières études (2) la recherche de ce même phénomène, sous l'influence du très faible rayonnement des sels d'uranium, n'avait pas donné de résultat. »

PHYSIQUE. — *Sur le spectre du radium.* Note de M. **Eug. Demarçay**, présentée par M. Becquerel.

« J'ai reçu de M. et Mme Curie, dans le courant de la présente année, divers échantillons de chlorure de baryum contenant du radium en proportion croissante. Corrélativement à l'accroissement de pouvoir radiant, la raie nouvelle, dont j'ai signalé, l'an passé, la présence dans le chlorure de baryum radifère (3), s'est montrée de plus en plus forte et de nouvelles raies ont fait leur apparition, confirmant ainsi la supposition que ce spectre est bien dû à la substance radiante.

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXXVIII, p. 771; mars 1899.
(2) *Comptes rendus*, t. CXXII, p. 762; mars 1896.
(3) *Comptes rendus*, 26 décembre 1898.

» Dans le dernier échantillon qui m'a été remis, le pouvoir radiant était environ 7×10^4 fois celui de l'uranium. Le spectre photographié contenait les raies comprises entre $\lambda = 5000,0$ et $\lambda = 3500,0$. Dans ce spectre on remarque :

» 1° Le spectre du baryum très intense et très complet;

» 2° Celui des électrodes (platine) et d'impuretés banales (calcium, traces de plomb) très faibles et réduits aux raies principales;

» La série des raies nouvelles parmi lesquelles plusieurs sont aussi fortes que les plus fortes du baryum. Ces raies sont les suivantes. Leur plus grande force est marquée 16, la plus faible 1.

λ.	Force.	λ.	Force.
4826,3	10	4533,5	9
4726,9	5	4458,0 env.	3
4699,8	3	4436,1	8
4692,1	7	4364,2	3
4683,0	14	4340,6	12
4641,9	4	3814,7	16
4627,4 env.	4	3649,6	12
4600,3	3		

» Sous λ 4627,4 est désigné le centre d'une bande nébuleuse symétrique très notable. Il en est de même de λ 4558,0. Celle-ci est plus faible.

» Toutes les raies sont nettes et étroites et rappellent par leur aspect celles du baryum.

» Il conviendrait peut-être de joindre à cette liste une dizaine de raies moins fortes, faibles ou très faibles. Leur faiblesse rend leur attribution incertaine. J'ai cru préférable d'attendre d'avoir du radium à un plus grand état de pureté.

» Il faut soigneusement remarquer enfin que, dans la liste précédente des raies du radium, pourraient manquer celles qui sur le cliché seraient confondues avec les raies éliminées du baryum.

» J'examine actuellement la portion moins réfrangible de ce spectre et espère pouvoir sous peu exposer les résultats de cette étude. »

ÉLECTRICITÉ. — *Reproduction électrique de figures de Savart, obtenues à l'aide de lames liquides.* Note de M. P. DE HEEN.

« Si l'on vient à électriser un plateau de résine et si on le saupoudre ensuite avec de la poudre de soufre, l'on se rend compte de la place

occupée par l'électricité, en un mot l'on réalise les figures de Lichtenberg. Cela étant, si l'on dispose, autour d'un de ces plateaux électrisés, des foyers d'ébranlement de l'éther, tels que des flammes ou des aigrettes électriques émanant de pointes mises en communication avec une bobine, l'on remarque que les choses se passent exactement comme si l'énergie électrique était refoulée par chacune de ces sources, comme si elles émettaient un souffle particulier. Aussi l'électricité ne tarde pas à se disposer suivant les figures géométriques que l'on réaliserait en projetant sur un plan des jets liquides, lesquels, en s'étendant en lames, produisent les figures bien connues.

» Si l'on se sert de deux foyers de projection, on obtient une droite; trois foyers produiront trois droites se réunissant en un point; des jets, disposés en carré, produiront des carrés; la disposition en quinconce, des hexagones et la disposition en hexagone, des triangles. D'une manière tout à fait générale, la figure obtenue peut se définir comme suit : *le lieu géométrique est formé des points à égale distance de deux foyers, la distance commune étant inférieure à tout autre foyer.*

» Les figures se réalisent en quelques instants en plaçant au-dessus d'un plateau électrisé une série de becs de gaz très petits et disposés comme les jets d'eau dont nous venons de parler.

» On peut donc dire que les choses se passent comme si ces sources émettaient un *souffle éthéré,* lequel en venant rencontrer la lame de résine emporterait l'énergie électrique comme le souffle du vent entraîne la poussière.

» Les rayons X se comportent d'une manière analogue, mais, si nous l'assimilons à un souffle éthéré, sa violence est telle qu'il traverse la lame de résine et ne s'étend pas comme la lame liquide. Il importe pour obtenir le même résultat de se servir de rayons transformés, tels que ceux qui sont émis par de l'air soumis à l'action de ces rayons.

» Afin de réaliser l'expérience, il suffit de produire deux faisceaux parallèles de rayons X lesquels se comportent comme deux tubes parallèles, fendus longitudinalement et lançant de l'eau sous pression sur un plan. La rencontre des deux lames liquides déterminera encore une droite. Le même résultat est encore réalisé si l'on place en dessous de ces faisceaux la lame électrisée dont nous avons parlé.

» Ces faits paraissent établir la plus étroite analogie entre les rayons X et les rayons cathodiques. Ces derniers correspondraient à une projection d'éther entraînant de la matière radiante, les rayons X seraient simple-

ment des projections d'éther. Tous les foyers d'ébranlement de l'éther détermineraient de plus des projections de même nature, mais avec une force de projection incomparablement plus faible.

» Ceci nous porte à croire que l'émission de l'éther est un phénomène tout à fait général. L'hypothèse de Newton serait donc exacte, mais se rapporterait à des phénomènes tout à fait différents de ceux de la lumière et de la chaleur.

» *Nota*. — Il serait intéressant de rechercher si des fragments d'uranium disposés suivant ces figures géométriques déterminent les mêmes résultats. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Transformation du styrolène en métastyrolène sous l'influence de la lumière.* Note de M. **Georges Lemoine**.

« Le styrolène ou cinnamène C^8H^8 se change par la chaleur dans l'obscurité en un polymère, le métastyrolène : les lois de cette transformation rappellent celle du phosphore (*Comptes rendus*, t. CXXV, p. 530). Cette même polymérisation se produit aux températures ordinaires par la lumière solaire, mais lentement (en une heure, de 1 à 3 pour 100) : le mélange reste homogène, car le métastyrolène se dissout dans le styrolène en excès.

» J'ai profité des plus belles journées de ces dernières années pour faire sur cette transformation des déterminations méthodiques, semblables à celles des mélanges de chlorure ferrique et d'acide oxalique (*Comptes rendus*, t. CXII, CXX, CXXI). On a ici un liquide sensiblement transparent, au lieu d'un liquide coloré. J'employais un produit de synthèse de la maison Leser, purifié au laboratoire par deux rectifications dans le vide et contrôlé par l'analyse. Ce styrolène était exposé au soleil cinq ou six heures, perpendiculairement aux rayons lumineux, dans des cuves en verre à faces parallèles de 1^{mm}, 4^{mm}, 10^{mm}; on déterminait la proportion de métastyrolène en distillant dans le vide 10^{cc} ou 20^{cc} de liquide dans des ballons tarés.

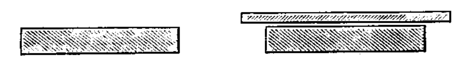
» *Rapports entre les transformations sous différentes épaisseurs.* — Ils ont été déterminés par des dosages comparatifs avec des cuves de 1^{mm}, 4^{mm}, 10^{mm} :

Rapports r entre les transformations p. 100 de styrolène..	Cuve de 1^{mm} : cuve de 4^{mm}....	1,28; 1,3; 1,1
	Cuve de 10^{mm} : cuve de 4^{mm}....	0,55

» Une substance est impressionnée par les radiations lumineuses qu'elle

absorbe. Si la transformation s'arrêtait après un trajet de 4^{mm}, le rapport entre les cuves de 10^{mm} et 4^{mm} serait (4 : 10), 0,40. On voit que les radiations actives dépassent peu 4^{mm}.

» *Transmissions.* — Pour apprécier l'absorption sous différentes épaisseurs, j'ai pris comme témoin de l'intensité lumineuse le styrolène luimême. Soient deux cuves semblables de 4^{mm} contenant ce liquide et rece-



vant les rayons solaires : l'une directement, l'autre à travers une cuve de styrolène de 1^{mm}, 4^{mm}, 10^{mm}. Le rapport des quantités transformées dans les deux cuves de 4^{mm} indiquera l'absorption (il la mesurerait exactement si les cuves, au lieu d'avoir 4^{mm}, étaient infiniment minces). D'ailleurs, la transformation n'étant que de quelques centièmes, la modification de transparence résultant du changement chimique du liquide n'a pas d'influence sensible.

Épaisseurs de styrolène.	Transmissions apparentes.
mm 1	0,80 ; 0,94 ; 0,84 ; 0,85
4	0,43 ; 0,50
10	0,23

» *Comparaison entre les différentes radiations.* — Des expériences prolongées plusieurs semaines m'avaient montré déjà que les radiations bleues agissent sur le styrolène beaucoup plus rapidement que les jaunes (*Comptes rendus*, t. XCIII, p. 516). Dans les mesures actuelles, en une seule journée, par de très beaux temps, j'ai constaté la grande activité des radiations ultra-violettes par des insolations comparatives avec deux cuves de 4^{mm}, l'une en verre ordinaire, l'autre ayant sa face antérieure en spath d'Islande (rapports observés : 1,6 ; 1,8).

» *Action continuatrice.* — J'ai fait de nombreuses déterminations comparatives sur le liquide insolé, immédiatement et au bout d'un certain temps (une et deux heures, un et trente jours ...). Presque toujours l'*action continuatrice* a été trouvée nulle ou très faible.

» *Représentation algébrique des résultats numériques.* — Ils peuvent être coordonnés, comme ceux de mes expériences sur les mélanges d'acide oxalique et de chlorure ferrique (*Comptes rendus*, t. CXII, p. 936). Il faut exprimer que l'action chimique résulte ici : d'une part, de radiations très actives, mais très rapidement absorbées (ultra-violettes, violettes, etc.,

comme pour le chlorure d'argent); d'autre part, de radiations moins actives, mais plus lentement absorbées par le styrolène.

» Bornons ici le calcul à un ensemble de deux radiations prises dans les rapports n et v. L'intensité lumineuse, appréciée par la transformation chimique, sera respectivement après les trajets o et l,

$$1 = n + v,$$
$$i = na^l + v\alpha^l.$$

» La quantité de matière transformée sous l'épaisseur l sera proportionnelle à $\int_l^0 i\, dl$, d'où les rapports r_l entre les transformations sous les épaisseurs 4^{mm} et l. La *transmission apparente* J_l à travers l'épaisseur l, appréciée dans nos expériences par les transformations effectuées dans des cuves de 4^{mm}, sera

$$J_l = \frac{a^l \int_0^4 na^l\, dl + a^l \int_0^4 v\alpha^l\, dl}{\int_0^4 na^l\, dl + \int_0^4 v\alpha^l\, dl}.$$

» Les résultats des expériences décrites plus haut sont représentés d'une manière à peu près suffisante par

$$i = \tfrac{1}{3}(0,84)^l + \tfrac{2}{3}(10^{-10})^l.$$

Calculé........	$r_1 = 1,35$	$r_{10} = 0,65$	$J_1 = 0,82$	$J_4 = 0,48$	$J_{10} = 0,17$
Observé.......	$r_1 = 1,3$	$r_{10} = 0,55$	$J_1 = 0,86$	$J_4 = 0,47$	$J_{10} = 0,23$

» *Influence de la température sur la vitesse de la transformation au soleil.* — Le styrolène est soumis à l'insolation comparativement dans deux cuves de 4^{mm} : l'une, libre de s'échauffer par les rayons solaires; l'autre, appuyée sur une caisse en cuivre rouge contenant un mélange de glace pilée et de sel. Les températures des deux liquides différaient ainsi de 32° (35° et 3°). En cinq heures, 25^{cc} ont donné respectivement $0^{gr},103$ et $0^{gr},040$ de métastyrolène, soit le rapport **2,6**. Si donc on voulait essayer d'apprécier l'intensité lumineuse par la transformation du styrolène, il faudrait le maintenir à une température constante.

» Ce résultat contraste avec ceux des mélanges d'acide oxalique et de chlorure ferrique où une variation de température de 32° n'a que très peu d'influence. Cette différence est corrélative des observations suivantes.

» *Comparaison entre les vitesses de transformation au soleil et dans l'obscurité pour une même température.* — Dans l'obscurité, en maintenant long-

temps du styrolène en vase clos à une température constante, on peut admettre comme vitesse initiale :

Température	100°	60°	42°	15° (en un an)
Métastyrolène pour 100 produit en une heure.	4	0,03	0,001	$10^{-7} \times 5$

» Au soleil, en plein été, la transformation est de 2 à 3 pour 100 par heure et le liquide arrive par l'insolation à une température de 40° à 60°. On voit que, pour une même vitesse de transformation au soleil et dans l'obscurité, l'abaissement de température réalisé par la lumière avec le styrolène est de 50° seulement. Avec les mélanges d'acide oxalique et de chlorure ferrique, il atteint 100° environ.

» *Conclusion.* — Malgré les différences signalées avec le mélange d'acide oxalique et de chlorure ferrique, les expériences sur le styrolène montrent que, dans les deux cas, le rôle principal de la lumière est d'*accélérer* une transformation *exothermique* qui se serait produite dans l'obscurité à la même température, mais beaucoup plus lentement. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le bioxyde de molybdène* [1].
Note de M. **Marcel Guichard**, présentée par M. Henri Moissan.

« Nous avons montré [2] que, lorsqu'on réduit graduellement par l'hydrogène le trioxyde de molybdène ou anhydride molybdique, on n'obtient pas d'autre oxyde que le bioxyde brun anhydre. En particulier, la réduction ne conduit, à aucune température, à des oxydes définis tels que Mo^5O^{12}, Mo^2O^5, Mo^3O^8, ou $3MoO^2\ 2MoO^3$, MoO^2MoO^3, $MoO^2\ 2MoO^3$. Plusieurs auteurs ayant décrit des combinaisons de bioxyde et de trioxyde, c'est-à-dire des oxydes intermédiaires entre MoO^2 et MoO^3, nous avons repris l'étude de leur préparation.

» I. *Action de l'anhydride molybdique sur le molybdate d'ammoniaque.* — Lorsqu'on chauffe quelques minutes, au chalumeau, dans un creuset de platine couvert, un mélange bien pulvérisé d'une partie de molybdate d'ammoniaque et de deux parties d'anhydride molybdique pur, jusqu'à fusion de la masse, on obtient un culot brun violet avec irisations

(1) Ce travail a été poursuivi au laboratoire de M. Moissan.
(2) M. Guichard, *Comptes rendus*, t. CXXV, p. 26 et 105.

rouges, violettes et jaune cuivre. La surface du culot est recouverte, lorsque la chauffe n'a pas été trop prolongée, d'une couche gris métallique et de paillettes d'anhydride molybdique sublimé; sur le couvercle se trouve également un léger sublimé.

» L'expérience, reproduite un grand nombre de fois, conduit toujours au même résultat.

» Berlin (1) pensait qu'il se produit ainsi un molybdate d'oxyde molybdique. Pour le débarrasser de l'excès d'anhydride molybdique qui l'entoure, il le traitait par l'ammoniaque. Il fut ainsi conduit à la composition Mo^3O^8.

» Uhrlaub (2) ayant montré que cet oxyde renferme de l'azote, Muthmann (3) fit suivre le traitement par l'ammoniaque d'une ébullition prolongée avec de l'acide chlorhydrique pour détruire la combinaison azotée. Il arriva ainsi à un oxyde de composition Mo^5O^{12}, inattaquable par les solutions alcalines et les acides sulfurique étendu et chlorhydrique.

» Lorsque nous avons cherché, suivant cette méthode, à dissoudre l'anhydride molybdique dans l'ammoniaque, nous avons constaté que ce traitement est très long. Dans une expérience, le corps résultant de l'action de l'anhydride molybdique sur le molybdate d'ammoniaque, lavé plusieurs fois à l'ammoniaque par décantation, puis séché à 110°, renfermait 72,59 pour 100 de métal. Après plusieurs jours de traitement par l'ammoniaque, il renfermait 74,39 de molybdène et n'était pas encore complètement débarrassé d'anhydride molybdique libre. Il est donc fort difficile d'arriver à une purification complète au moyen de l'ammoniaque. Ceci tient à ce que l'anhydride molybdique, qui se dissout très rapidement dans l'ammoniaque, lorsqu'il a été porté au rouge sombre, est très long à dissoudre lorsqu'il a été fondu ou sublimé. Une solution de soude, au contraire, dissout l'anhydride molybdique calciné, fondu ou sublimé, avec une très grande rapidité.

» Nous nous sommes alors arrêtés au traitement suivant : l'oxyde à purifier est traité alternativement par une solution de soude à 10 pour 100 et par l'acide chlorhydrique pur étendu de son volume d'eau, jusqu'à ce que l'acide chlorhydrique cesse de se colorer en rouge et que la soude, saturée d'acide acétique, ne précipite plus par l'acétate de plomb.

» L'oxyde obtenu, séché à 110°, est brun violacé, cristallin, les irisa-

---

(1) Berlin, *Journ. für prakt. Chemie*, t. XLIX, p. 444.

(2) Uhrlaub, *Poggend. Ann.*, t. CI, p. 605.

(3) Muthmann, *Liebig's Ann.*, t. CCXXXVIII, p. 117.

tions qu'il présentait au début de la purification ont disparu; elles étaient dues à une mince couche d'anhydride molybdique fondu entourant chaque particule d'oxyde. Au microscope, il est formé de petits cristaux à nombreuses facettes brillantes. Il ne renferme pas d'azote. Son analyse donne :

			Calculé pour MoO^2.
Molybdène pour 100	74,90	75,01	75,00

» Cet oxyde est donc du *bioxyde* pur et cristallisé.

» Le bioxyde préparé par la méthode de Bucholz, en chauffant le molybdate d'ammoniaque seul et soumis au même traitement que le précédent, a la même forme, la même couleur et la même composition. Son analyse a donné :

Molybdène pour 100 75,05

» II. *Électrolyse de l'anhydride molybdique fondu.* — Buff [1], en 1859, électrolysa l'anhydride molybdique fondu dans un tube en U avec des électrodes de platine. L'oxyde inférieur produit, lavé à l'ammoniaque, analysé par Wöhler, présenta la composition Mo^3O^8.

» Suivant Muthmann, ce corps ne se forme pas par l'électrolyse de l'oxyde MoO^3 pur et celui de Buff devait renfermer de l'azote.

» Nous avons repris l'électrolyse de l'anhydride molybdique de la façon suivante :

» L'oxyde MoO^3 pur est fondu dans un creuset de porcelaine couvert d'une plaque de carton d'amiante; deux électrodes de graphite de 8^{mm} de diamètre traversent ce couvercle et font passer dans le bain fondu le courant produit par 5 éléments Bunsen. L'électrolyse est prolongée trente minutes avec une intensité de 10 ampères. Le creuset, après refroidissement, renferme, sous une couche d'oxyde MoO^3 sublimé, un culot brillant gris et brun avec irisations. Les électrodes ne présentent pas trace d'altération.

» Pour éviter l'abondante sublimation d'anhydride molybdique, il est préférable de constituer le bain par un molybdate de potassium qui donne le même résultat que l'anhydride molybdique seul.

» Le bain qui convient le mieux s'obtient par fusion de 15^{gr} d'oxyde MoO^3 pur avec 2^{gr} de carbonate de potassium; le molybdate formé correspond à peu près au quintimolybdate $5MoO^3K^2O$ et émet peu de vapeur

(1) Buff, *Liebig's Ann.*, t. CX, p. 275.

d'anhydride molybdique lorsqu'il est fondu au rouge. Dans ces conditions, nous avons pu prolonger l'électrolyse une heure trente minutes avec un courant de 3,5 ampères. Le rendement est toujours faible, parce que l'oxyde formé étant bon conducteur de l'électricité, il arrive un instant où le courant passe sans produire d'électrolyse sensible; le dégagement d'oxygène à l'électrode positive devient alors à peu près nul.

» L'oxyde inférieur formé, mélangé d'un grand excès d'oxyde MoO^3 ou de molybdate de potassium fondu, est traité par la soude à 10 pour 100 jusqu'à ce qu'il ne lui cède plus rien, puis lavé à l'acide chlorhydrique, à l'eau, enfin séché à 110°. Il reste alors un corps brun violet brillant, formé de petits cristaux agglomérés en grand nombre. L'analyse donne :

	Électrolyse		
	de l'anhydride molybdique.	du molybdate de potassium.	Calculé pour MoO^2.
Molybdène pour 100.......	74,95	74,83	75,00

» Cet oxyde est donc du *bioxyde* pur cristallisé [1].

» Il résulte de ce travail qu'on ne connaît pas d'autre oxyde de molybdène anhydre, intermédiaire entre les oxydes MoO^2 et MoO^3, que celui qui provient de la déshydratation de l'oxyde bleu hydraté, si toutefois cette déshydratation peut être effectuée sans peroxydation. Nous nous proposons d'examiner ce fait. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le rhamninose.* Note de MM. CHARLES et GEORGES TANRET.

« La xanthorhamnine, glucoside des fruits du *Rhamnus infectoria* (graines de Perse, graines d'Avignon), ne se dédouble pas uniquement sous l'influence des acides étendus en rhamnétine et rhamnose, comme on l'a cru jusqu'ici, mais en rhamnétine, rhamnose et galactose [2]. Il résulte encore de nos observations que le rhamnose et le galactose ainsi formés proviennent eux-mêmes du dédoublement d'un saccharose qui se produit

---

(1) Nous donnerons dans une autre Note les résultats obtenus dans l'électrolyse d'autres composés du molybdène.

(2) Société chimique, séance du 28 juillet 1899. Le détail de nos expériences sera donné dans son *Bulletin*.

au début de l'hydrolyse de la xanthorhamnine. L'étude de ce sucre que nous proposons d'appeler *rhamninose* fait l'objet de cette Note.

» *Préparation.* — Pour le préparer nous avons d'abord essayé l'hydrolyse ménagée de la xanthorhamnine par l'acide sulfurique très étendu, soit à 0,50 pour 100; mais nous n'avons ainsi obtenu qu'un mélange de rhamnose, de galactose et de rhamninose d'où ce dernier n'a pu être séparé. Ce mélange avait pour pouvoir rotatoire $\alpha_D = -15^\circ$.

» Nous avons été plus heureux en nous adressant au ferment que Liebermann et Hörmann, Marshall Ward et J. Dunlop ont signalé dans les graines de Perse et qu'on obtient en en précipitant par l'alcool une macération concentrée. C'est ce ferment auquel on a donné depuis le nom de *rhamnase,* en admettant, sans l'avoir isolé toutefois, que le sucre qu'il produit était du rhamnose. Comme on va voir qu'il ne pousse pas le dédoublement de la xanthorhamnine jusqu'au rhamnose, mais qu'il s'arrête au rhamninose, nous le désignerons dans la suite de ce travail sous le nom de *rhamninase.*

» A une dissolution aqueuse de xanthorhamnine à $\frac{1}{15}$ on ajoute 1 partie de rhamninase pour 100 parties de glucoside et l'on chauffe à 45°-70°. Au bout de très peu de temps, un précipité jaune verdâtre commence à se former. Quand il cesse d'augmenter, ce qui a lieu en moins de quarante-huit heures à la température de 45° et de vingt-quatre heures à celle de 70°, que nous avons trouvée être la température optima de la rhamninase, la liqueur est filtrée, évaporée en consistance de sirop et épuisée par l'éther acétique bouillant jusqu'à ce que celui-ci en ait enlevé avec la xanthorhamnine inattaquée ses produits de dédoublement solubles et ne se colore plus sensiblement en noir par Fe^2Cl^6. La solution est alors traitée par le noir animal jusqu'à décoloration complète, évaporée et reprise par l'alcool à 95° bouillant. Après refroidissement on filtre de nouveau et l'on évapore à siccité. Le résidu ainsi obtenu constitue le *rhamninose.*

» 100^{gr} de xanthorhamnine anhydre ne donnent guère que 40^{gr} de sucre au lieu de 57^{gr} qu'exigerait la théorie. Cette différence de rendement est due à l'action incomplète du ferment. En effet, un dixième environ du glucoside y échappe et le dédoublement du reste ne donne pas uniquement, comme avec les acides, de la rhamnétine, principe phénolique désormais incapable de redonner du sucre, mais un mélange de cette rhamnétine et de produits de dégradation intermédiaires, glucosides nouveaux sur lesquels nous espérons revenir un jour.

» *Composition.* — L'analyse du rhamninose et l'étude de ses principales réactions conduisent à lui assigner la formule

$$C^{18}H^{32}O^{14}.$$

» Sous l'influence des acides étendus, il s'hydrate en donnant exac-

tement deux molécules de rhamnose et une molécule de galactose :

$$C^{18}H^{32}O^{14} + 2H^2O = 2C^6H^{12}O^5 + C^6H^{12}O^6;$$

c'est donc une saccharotriose.

» *Propriétés physiques.* — Le rhamninose est soluble dans l'eau en toutes proportions : il est aussi très soluble dans l'alcool fort, mais bien moins soluble dans l'acide acétique cristallisable (1 partie pour 35). Il est insoluble dans l'acétone et l'éther acétique. Sa saveur est légèrement sucrée. Ce sucre est lévogyre : $[\alpha]_D = -41°$. Il se ramollit à 135° et fond à 140° en se décomposant lentement. Nous n'avons pas encore réussi à le faire cristalliser.

» *Propriétés chimiques.* — Le rhamninose réduit la liqueur de Fehling comme le ferait $\frac{1}{3}$ de son poids de glucose. Il ne fermente pas sous l'influence de la levure de bière et, si l'on additionne sa solution de glucose, celui-ci fermente seul. Il est également insensible à la levure qui a produit la fermentation d'un mélange de glucose et de galactose. L'invertine, l'émulsine et les diastases de l'*aspergillus* sont sans action sur lui.

» Il ne donne pas d'osazone ou d'hydrazone insolubles avec l'acétate de phénylhydrazine ou la phénylhydrazine libre.

» Le dédoublement du rhamninose en rhamnose et galactose par les acides étendus est assez lent. Avec l'acide sulfurique à 2,5 pour 100, la réaction exige trois heures et demie pour être complète. Elle est beaucoup plus lente avec l'acide acétique et le pouvoir rotatoire gauche du sucre ne baisse que de quelques degrés dans le même temps.

» *Action de l'hydrogène.* — Quand on traite sa solution concentrée par l'amalgame de sodium à 4 pour 100 en maintenant le mélange dans la glace, le rhamninose fixe H^2 et se transforme en un nouveau sucre non réducteur, plus lévogyre ($\alpha_D = -57°$), la *rhamninite* $C^{18}H^{34}O^{14}$. Ce sucre chauffé avec l'acide sulfurique étendu s'hydrolyse en donnant de la dulcite et du rhamnose :

$$C^{18}H^{34}O^{14} + 2H^2O = 2C^6H^{12}O^5 + C^6H^{14}O^6.$$

Mais, en fait, à cause de l'attaque partielle par l'alcali de la partie aldéhydique du rhamninose qui par hydratation donne du galactose, le rendement en dulcite ne dépasse guère 50 pour 100, alors que celui du rhamnose est presque théorique.

» *Action de l'oxygène.* — L'oxydation du rhamninose par l'acide azo-

tique donne notamment de l'acide mucique, et si elle est très modérée, celui-ci se trouve accompagné d'acide galactonique.

» L'oxydation par le brome confirme la formule du rhamninose en C^{18}. Elle produit en effet de l'acide *rhamninotrionique* $C^{18}H^{32}O^{15}$ qui est au rhamninose ce que l'acide lactobionique est au lactose. Cet acide est lévogyre : $\alpha_D = -94°$. Il est amorphe comme ses sels.

» L'acide rhamninotrionique est monobasique comme l'a montré l'analyse de ses sels de calcium $(C^{18}H^{31}O^{15})^2Ca$ et de baryum $(C^{18}H^{31}O^{15})^2Ba$. Il ne précipite ni l'acétate neutre, ni l'acétate basique de plomb, mais seulement l'acétate de plomb ammoniacal. Il ne réduit pas la liqueur de Fehling.

» La réaction capitale de l'acide rhamninotrionique est son hydrolyse par les acides étendus. Chauffé, en effet, pendant trois heures avec de l'acide sulfurique à 2,5 pour 100, il fixe de l'eau et donne 2 molécules de rhamnose et 1 molécule d'acide galactonique :

$$C^{18}H^{32}O^{15} + 2H^2O = 2C^6H^{12}O^5 + C^6H^{12}O^7. \text{ »}$$

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Recherches sur le développement progressif de l'essence de bergamote.* Note de M. **Eugène Charabot**, présentée par M. Moissan.

« Les essences renferment, d'une manière générale, un ensemble de composés que l'on peut facilement transformer les uns en les autres. Il était intéressant de pouvoir saisir le mécanisme à l'aide duquel ces constituants se forment aux dépens les uns des autres dans la plante, ce qui nécessitait l'étude du développement progressif des essences.

» Je traiterai, dans cette Note, le cas de l'essence de bergamote.

» Deux essences extraites, l'une de fruits complètement développés mais verts, l'autre de fruits mûrs cueillis sur les mêmes arbres, possédaient les constantes physiques suivantes :

» *Essence de fruits verts.* — Densité à 14° : 0,882. Pouvoir rotatoire ($l = 100^{mm}$) : + 14°38′.

» *Essence de fruits mûrs.* — Densité à 14° : 0,883. Pouvoir rotatoire ($l = 100^{mm}$) : + 20°30′.

» *Acides libres.* — L'essence de fruits verts renfermait 0,289 pour 100 et l'essence de fruits mûrs 0,283 pour 100 d'acides libres calculés en acide acétique.

» On voit que *la proportion des acides libres diminue légèrement pendant la maturation*.

» *Acétate de linalyle*. — L'essence de fruits verts contenait 33,8 pour 100 et l'essence de fruits mûrs 37,3 pour 100 d'acétate de linalyle.

» Donc, *pendant la maturation la proportion d'éther a augmenté de* 3,5 *pour* 100, c'est-à-dire d'une façon très sensible.

» *Linalol libre et linalol total*. — On sait que le dosage du linalol ne s'effectue pas d'une façon rigoureuse par acétylation et saponification successives, cet alcool se déshydratant partiellement sous l'influence de l'anhydride acétique. En outre, les nombres que l'on obtient dépendent à la fois du volume de l'anhydride mis en jeu et du temps pendant lequel on chauffe le produit. Les meilleurs résultats s'obtiennent en employant des volumes égaux d'essence et d'anhydride acétique et chauffant pendant trois heures. Ainsi que me l'a montré une série d'expériences que j'ai faites à ce sujet, lorsqu'on dose de cette façon le linalol dans un produit ne renfermant pas d'acétate de linalyle, l'erreur commise atteint 18 pour 100 de la teneur exacte en linalol. Si la teneur en acétate de linalyle du produit dans lequel on veut doser le linalol total est de n pour 100, l'erreur dans le dosage du linalol total se trouve réduite à $18 - \frac{n}{10}$ pour 100.

» Toutefois, au point de vue des recherches que je poursuis, la méthode de dosage du linalol par acétylation et saponification successives peut être considérée comme suffisante, puisqu'il s'agit simplement d'obtenir des résultats comparatifs et qu'il suffit pour cela d'opérer exactement dans les mêmes conditions.

» Voici, corrigés d'une erreur de 15 pour 100, les résultats obtenus dans ce dosage :

	Essence de fruits	
	verts.	mûrs.
Éthers dans le produit acétylé	50,9 pour 100	44,7 pour 100
Éthers provenant du linalol libre	17,1 »	7,4 »
Linalol libre dans l'essence primitive	13,9 »	5,9 »
Linalol total	40,5 »	35,5 »

» Ainsi, *la richesse totale de l'essence en linalol diminue pendant la maturation*.

» *Terpènes* (*limonène et dipentène*). — Il était particulièrement intéressant d'étudier comparativement les portions terpéniques des deux essences

et de rapprocher les résultats de cette étude de ceux obtenus plus haut.

» A cet effet, 200gr de chacun des deux produits ont été saponifiés par ébullition avec une solution alcoolique de potasse. Les huiles obtenues avaient les caractères physiques suivants :

	Essence saponifiée de fruits	
	verts.	mûrs.
Densité à 16°	0,8625	0,8615
Pouvoir rotatoire ($l = 100^{mm}$)	$+13°52'$	$+20°10'$

» J'ai soumis, exactement dans les mêmes conditions, les deux produits saponifiés à la distillation fractionnée; en opérant sur 160cc de chacune des deux essences, j'ai obtenu les résultats suivants après deux fractionnements :

	I. Essence de fruits verts.			II. Essence de fruits mûrs.		
Températures.	Volume du liquide recueilli.	Pouvoir rotatoire.	Densité à 18°.	Volume du liquide recueilli.	Pouvoir rotatoire.	Densité à 18°.
177°-183°	93cc	$+30°10'$	0,857	105cc	$+34°$	0,855
183°-200°	36cc	$+2°14'$	»	30cc	$+4°$	»
Résidu	»	»	»	»	»	»

» La densité de la fraction 177°-183° du produit I correspond à une substance plus riche en linalol que celle de la fraction correspondante du produit II. La fraction 177°-183° de ce dernier produit étant, malgré cela, plus abondante que la même fraction du produit I, il en résulte nécessairement que la proportion des terpènes augmente pendant la maturation des fruits.

» Je me suis demandé si les proportions relatives de limonène et de dipentène restaient ou non constantes. Pour résoudre la question, j'ai éliminé le linalol dans la fraction terpénique de chacune des deux essences à l'aide de rectifications sur du sodium. En répétant l'opération jusqu'à pouvoir rotatoire invariable, j'ai recueilli, bouillant à 173°-176° sous 767mm :

» 1° Les terpènes de fruits verts avec le pouvoir rotatoire : $+47°20'$;

» 2° Les terpènes de fruits mûrs avec le pouvoir rotatoire : $+47°12'$.

» Les pouvoirs rotatoires des deux portions terpéniques restant sensiblement égaux, les proportions relatives de limonène, qui est dextrogyre, et de dipentène, qui est inactif, sont les mêmes dans les deux cas.

» En résumé, *pendant la maturation des fruits du* citrus bergamia, *la portion terpénique augmente, les proportions relatives de ses constituants, limonène et dipentène, restant constantes.*

» *Bergaptène*. — Ce principe, qu'on dose par évaporation au bain-marie de l'essence de bergamote, se trouve dans l'essence de fruits verts, à la dose de 5,9 pour 100 et dans celle de fruits mûrs, à la dose de 5,5 pour 100. Il en résulte que *sa proportion diminue pendant la maturation*.

» *Conclusions*. — Quelles conclusions peut-on tirer de ces observations relativement à la formation des composés terpéniques dans la bergamote? Le fait que la proportion du linalol total diminue pendant que la proportion d'acétate de linalyle augmente montre bien que le linalol doit faire son apparition avant son éther acétique. L'acide acétique libre agissant alors sur le linalol, éthérifie une partie de cet alcool et en déshydrate une autre partie en produisant du limonène et du dipentène qui constituent, en présence de certains agents déshydratants, le cortège habituel du linalol. Cette manière de voir est corroborée par le fait que la masse du mélange terpénique augmente pendant l'éthérification sans qu'on observe la moindre variation dans la proportion relative des deux terpènes, ce qui montre bien que leur formation intervient au cours d'une même réaction.

» En somme, la période active de formation du linalol est celle qui correspond au développement du fruit, l'éthérification accompagnée de déshydratation de cet alcool terpénique s'effectuant surtout pendant la maturation. »

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur une maladie nouvelle des OEillets*. Note de M. Louis Mangin, présentée par M. Guignard.

« Les plantations d'OEillets sont envahies, cette année, dans la Provence, à Cannes, Nice et Antibes, par une maladie grave qui a déjà dévasté de nombreux champs et menace de ruiner l'une des cultures importantes de la région. Mon attention ayant été attirée, au mois de septembre dernier, sur cette maladie, par M. Grec, professeur à l'École d'Horticulture d'Antibes, qui a bien voulu m'en fournir une description précise et me faire adresser des échantillons, j'ai pu commencer une étude dont la présente Note résume les premiers résultats.

» Les plantes malades se reconnaissent à la teinte jaune et au flétrissement des feuilles; si on les arrache, on constate que les racines sont saines, mais la base de la tige est dans un état de décomposition plus ou moins avancé; souvent, au moment de l'arrachage, la plante se brise au niveau du sol par suite de la pourriture qui a envahi le collet.

» Dans les tissus décomposés et brunis, j'ai rencontré un grand nombre d'organismes : des Champignons variés, les uns à mycélium noir remplissant le bois mais non fructifiés et, par suite, indéterminables; d'autres à mycélium incolore, qui ont fourni les fructifications de diverses Mucédinées : *Penicillium*, *Verticillium*, etc. A ces Champignons étaient associés des bactéries et, enfin, des anguillules, les unes, assez rares, voisines du genre *Tylenchus*, les autres, très nombreuses, constituées par des *Rhabditis* ou des *Diplogaster*.

» Il était difficile de discerner, dans ce mélange d'organismes, celui qui cause la maladie; mais l'analyse des tissus de la tige, sur des échantillons encore verts et en des points successivement rapprochés des parties saines, nous fait assister à l'élimination progressive des saprophytes. On voit seulement persister un mycélium incolore extrêmement développé dans le bois et dans la zone génératrice; puis, çà et là, au milieu du bois désorganisé, on aperçoit des *Rhabditis* à tous les états de développement. Enfin, dans les échantillons où la maladie commence à se manifester et dans les tissus des pousses qui paraissent entièrement saines, les anguillules ont disparu; on ne rencontre plus que le mycélium incolore; sa présence est à peine indiquée par une légère teinte jaunâtre et, sur les coupes transversales, il est assez difficile à voir, mais on l'observe avec la plus grande netteté sur de minces coupes longitudinales. A défaut de la preuve expérimentale qui sera prochainement donnée par les expériences d'inoculation établies depuis quelque temps, nous avons, dans les résultats de l'analyse microscopique, une présomption que le mycélium dispersé dans les tissus les plus éloignés du collet représente le parasite destructeur des plantations d'OEillets.

» Ce parasite ne correspond à aucune des espèces décrites dans les maladies étudiées jusqu'ici. Il est essentiellement polymorphe et possède au moins deux formes conidiennes, peut-être davantage. En effet, des fragments de branches contaminées, placés dans un milieu humide, se couvrent par places d'un duvet blanc de neige et l'on voit apparaître des conidies de forme et de grandeur variables. Les unes se développent à l'extrémité de bouquets de filaments ramifiés qui s'échappent à travers l'écorce; les rameaux portant les conidies, souvent opposés, se redressent de manière à se diriger presque parallèlement à leur support commun; les conidies sont fusiformes, arquées, souvent mucronées, et sont divisées par des cloisons transversales, d'une à cinq, ordinairement trois; leurs dimensions oscillent entre 20^{μ} et 30^{μ} de longueur sur $2^{\mu},5$ à 4^{μ} de largeur. Ces

fructifications sont voisines par leurs spores du groupe des Ramulariées, notamment des *Cercosporella ;* mais, par l'aspect des filaments conidifères, elles rappellent les *Verticillium*.

» Sur d'autres points des branches malades, notamment au niveau des déchirures et des sections de la tige, l'appareil fructifère est constitué par des flocons de filaments très allongés portant, sur leur longueur, un grand nombre de rameaux courts, insérés à angle droit, simples ou bifurqués, terminés chacun par une conidie ; les conidies sont presque cylindriques, un peu arquées, arrondies aux extrémités, parfois mucronées; elles ont de 5^{μ} à 12^{μ} de longueur sur 2^{μ} à 3^{μ} de largeur et ne sont pas cloisonnées; ces fructifications appartiennent à la forme *Cylindrophora;* on peut d'ailleurs trouver toutes les transitions entre la forme *Cercosporella* et la forme *Cylindrophora;* ces deux formes constituent, dans le cas particulier, une seule et même espèce nouvelle dont la diagnose sera donnée plus tard, à la suite des essais de culture que j'ai entrepris.

» L'analyse que je viens de résumer permet déjà d'élucider un point important de l'évolution du parasite. Des observations transmises par mon correspondant, M. Grec, il résulte que la maladie n'a pas un caractère infectieux, car les pieds malades sont souvent isolés au milieu des pieds sains; elle ne se propage pas non plus par le sol, car elle s'est déclarée, et parfois avec un caractère grave, sur des sols neufs. Il semble qu'elle soit transmise par le bouturage qui, dans la région provençale, est le seul mode de multiplication des OEillets; ce serait une maladie constitutionnelle; certains horticulteurs de la région expriment cette impression en disant que leurs OEillets sont « poitrinaires ».

» J'ai pu vérifier la justesse de ces observations en examinant des plants où la maladie débute à peine, car j'ai retrouvé, dans les tiges absolument saines d'apparence et sur une assez grande longueur, le mycélium aux formes conidiennes multiples.

» On comprend alors que les plants constitués au moyen de boutures à peine contaminées, que l'œil le plus exercé ne distingue pas des boutures rigoureusement saines, soient condamnés; leur végétation est d'abord vigoureuse, car le parasite se développe lentement dans les tissus, puis, au moment où le plant va fleurir, la maladie éclate brusquement.

» On devra donc, dès à présent et pour éviter la propagation de la maladie, s'astreindre à ne bouturer que des branches bien saines.

» Pour reconnaître celles-ci, je conseille le procédé suivant : on dispose les boutures préparées pour la plantation côte à côte et fichées dans les

trous d'une mince planchette ou d'une feuille de zinc, que l'on dispose au-dessus d'un vase plat renfermant un peu d'eau, de manière que la section des boutures soit à 2^{cm} ou 3^{cm} au-dessus de la surface de l'eau. Au bout de vingt-quatre heures, à la température de 15°, les sections des branches malades sont couvertes d'un duvet blanc sortant de tout ou partie de la surface du bois, tandis que les surfaces des branches saines sont intactes. On jette toutes les plantes malades ou mieux on les brûle. Quant aux branches saines, on les plonge aussitôt après le triage, par leur extrémité coupée ou avivée, soit dans une solution de sulfate de cuivre à 1^{gr} ou 2^{gr} par litre, soit dans une solution contenant par litre 15^{gr} de napthol β et 45^{gr} de savon; cette opération ayant pour but de tuer les spores qui auraient été accidentellement transportées sur les parties saines.

» J'examinerai dans une autre Communication les autres voies d'introduction du parasite. »

GÉOLOGIE. — *Sur l'état actuel des volcans de l'Europe méridionale.* Note de M. **Matteucci**, présentée par M. de Lapparent.

« Chargé par le Ministère de l'Instruction publique de visiter les volcans actifs de l'Italie et de la Grèce, j'ai eu l'occasion, depuis l'automne de 1898, d'y faire, principalement sur les produits gazeux des fumerolles, des observations dont je désire communiquer à l'Académie les résultats les plus importants.

» *Vésuve.* — Il n'y a plus, parmi les fentes élevées, que celles des années 1872, 1889, 1891 et 1895 qui offrent encore une activité solfatarienne. Les fentes nord-nord-ouest de 1872, par où se sont produites des émissions de laves si violentes et si abondantes, sont complètement refermées et inactives. Seules les fentes secondaires sud-ouest, en communication indirecte avec le bassin magmatique, exhalaient, en automne 1898, de la vapeur d'eau, des traces des acides chlorhydrique et sulfureux, beaucoup d'acide carbonique et des hydrocarbures, à une température variable de 40° à 50°.

» La haute fente orientale de 1889 dégage beaucoup de vapeur d'eau, d'acides sulfureux et chlorhydrique, avec une quantité sensible d'acide carbonique et d'hydrocarbures.

» La fente septentrionale, par où la lave s'est épanchée sans discontinuer du 7 juin au 3 février 1894, et qui à cette époque donnait de la

vapeur d'eau, peu d'acide chlorhydrique, des acides sulfureux et carbonique, a cessé, une fois la sortie de la lave terminée, d'émettre des gaz et des vapeurs. Peu de temps après, les laves elles-mêmes cessaient de donner les fortes émanations gazeuses qui s'étaient traduites auparavant par la production de sulfates et de chlorures de fer et de cuivre, de fer oligiste et de ténorite. En automne 1898, un petit nombre des fentes de cette coulée dégageaient un peu d'acide chlorhydrique sec par une température comprise entre 50° et 80°. Quant aux nouvelles fentes qui se produisirent le 3 juillet 1895, et du pied desquelles sortait encore, en automne dernier, une véritable profusion de lave, j'ai déjà fait connaître à l'Académie (¹) la série intéressante des abondantes émanations gazeuses qu'elles émettaient. Je rappelle que l'on y reconnaissait les acides chlorhydrique, sulfureux, sulfurique, carbonique, iodhydrique, bromhydrique, fluorhydrique; le soufre, le sélénium, l'iode, divers sulfates et chlorures de fer et de cuivre; l'érythrosidérite, le fer oligiste, les chlorures et les sulfates de potassium et de sodium. Sur les laves mêmes se condensaient le sel marin, le sel ammoniac, la ténorite et le bicarbonate de soude. D'autre part, durant cette période, le cratère central manifestait une activité strombolienne bien caractérisée.

» *Etna*. — Le cratère mesurait 500^m dans le sens ouest-nord-ouest est-sud-est, et 400^m dans le sens perpendiculaire, avec plus de 200^m de profondeur. A l'intérieur de cette vaste chaudière se trouvaient des plages de blocs incandescents, d'où se dégageaient des flammes bleuâtres, de 1^m à 2^m de hauteur, produites par la combustion du soufre et, peut-être aussi, de l'oxyde de carbone. Sur le bord du cratère, j'ai trouvé les acides sulfureux, sulfhydrique, carbonique, chlorhydrique, fluorhydrique, du soufre, des sulfates et chlorures de potassium, sodium, magnésium, aluminium, fer, cuivre. Les cratères d'explosion les plus hauts des éruptions de 1879 et de 1892 émettaient beaucoup de vapeurs acides, parmi lesquelles l'acide fluorhydrique en petite quantité. D'autres bouches, situées plus bas, de 1892, et celles de 1883 m'ont donné du sulfate et du bicarbonate de soude. J'ai rencontré ce dernier sel dans les moraines latérales des coulées de 1892.

» *Vulcano*. — Sur ce volcan persiste la phase solfatarienne de 1888-1890. Les parois et le fond du vaste cratère dégageaient de la vapeur d'eau et des gaz abondants, entre autres les acides carbonique, sulfurique, sulfhy-

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXIX, p. 65.

drique, chlorhydrique. Les vapeurs de soufre et l'acide borique se condensaient un peu partout, sauf autour des fumerolles les plus chaudes. Une seule fois, la nuit, j'ai constaté la présence de l'acide fluorhydrique. Dans les parties les plus éloignées de l'axe volcanique, ainsi qu'au Faraglioni du Porto di Levante et à l'extérieur de l'enceinte cratérique la plus récente, j'ai remarqué des hydrocarbures et de l'acide carbonique avec de légères quantités d'acides chlorhydrique et sulfurique.

» *Stromboli.* — En automne 1898, les manifestations de ce volcan étaient, comme toujours, du genre strombolien bien caractérisé. L'appareil éruptif était formé de sept cratères, dont un émettait, tantôt des scories et des vapeurs, tantôt des fumées chargées de sable, tantôt de petites coulées. Parmi les gaz, j'ai reconnu l'acide fluorhydrique. Les explosions étaient fréquentes. Observées de près et la nuit, elles laissaient voir des flammes bleuâtres à couronne.

» *Santorin.* — Le terrain qui formait la baie au sud-ouest de Mikra-Kaiméni, lors de l'éruption de 1866-1870, s'est notablement affaissé. Les eaux ferrugineuses qui affluent dans le canal entre Néa et Mikra-Kaiméni ont une température de 45° à 60° et contiennent des hydrocarbures ainsi que de l'acide carbonique. Par suite d'un abaissement considérable du sol, le port Saint-Georges, à l'ouest de Néa, s'est élargi de plusieurs mètres. Les îles de Mai, entre ce port et Paléa-Kaiméni, ont presque entièrement disparu sous le niveau de la mer. Lors de ma visite, le cratère George Ier était tapissé de chlorure de fer, chlorure double de fer et potassium, gypse, sulfates et chlorures de cuivre, soufre. Parmi les vapeurs j'ai observé l'eau, les acides chlorhydrique, carbonique, sulfureux, fluorhydrique. Sur les laves d'Aphroessa, il y avait un peu de bicarbonate sodique.

» En résumé, pendant qu'au *Vésuve* l'activité strombolienne du cratère terminal marchait de pair avec un épanchement latéral de laves, l'*Etna* était en repos depuis 1892, et semblait se préparer à un efflux lavique, peut-être vers le sud ou le sud-ouest. *Vulcano* traversait une de ses phases solfatariennes habituelles; *Stromboli* conservait sans changement son activité explosive normale et *Santorin,* après trente années d'émissions gazeuses, semblait se préparer à reproduire l'imposant spectacle de flammes et d'explosions qu'il a déjà donné dans la mer Egée.

» En ce qui concerne les fumerolles, je pense que si, dans les régions de forte activité, on ne réussit pas toujours à découvrir certains gaz, cela tient à ce que leurs caractères sont masqués par la présence des acides plus puissants.

» Aujourd'hui (11 octobre), de retour d'une nouvelle visite à tous les volcans italiens, je suis en mesure d'ajouter ce qui suit :

» Au *Vésuve*, la sortie latérale des laves a cessé dans la nuit du 1er au 2 septembre, toute l'activité se concentrant au cratère terminal : cependant il ne paraît pas impossible que de nouvelles laves viennent sortir par les mêmes fentes ouest-nord-ouest. Le cratère de l'*Etna*, à la suite de fortes explosions, qui ont commencé le jour du tremblement de terre de Rome (19 juillet) et ont duré peu de jours, a subi un léger élargissement, avec un exhaussement très marqué au fond. Au *Stromboli*, un accroissement d'activité, survenu le 7 mars 1899, a entraîné la fusion de deux des sept cratères en un seul, et la bouche éruptive de l'automne précédent s'est déplacée en s'élargissant beaucoup. A *Vulcano* comme à *Santorin*, rien de nouveau ne s'est produit. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur l'innervation sécrétoire du pancréas*. Note de MM. **E. Wertheimer** et **L. Lepage** [1], présentée par M. Bouchard.

« Claude Bernard a, comme on sait, attribué au ganglion sous-maxillaire le rôle de centre réflexe pour la sécrétion salivaire. Cette opinion a suscité des controverses qui durent encore. Nous pouvons apporter de nouvelles preuves à l'appui de la notion générale établie par Claude Bernard. La participation du système ganglionnaire périphérique aux actes réflexes qui règlent les sécrétions digestives ressort, en effet, avec évidence, d'expériences que nous avons faites sur la sécrétion pancréatique : celle-ci s'y est montrée remarquablement indépendante de l'action du système nerveux central.

» Les recherches de Pawlow et de ses élèves, celles de Morat ont prouvé l'existence de fibres excito-sécrétoires pour le pancréas dans les pneumogastriques et dans les nerfs splanchniques. D'autre part, on a, dans l'emploi des solutions acides, un moyen, en quelque sorte spécifique, de provoquer l'activité de la sécrétion pancréatique (Dolenski). Un agent dont nous nous sommes aussi servis avec avantage, c'est l'éther dont l'action excitante sur le pancréas a été signalée par Claude Bernard et Kühne.

» Ceci posé, si l'on sectionne les deux pneumogastriques au cou et les

---

[1] Travail du Laboratoire de Physiologie de la Faculté de Médecine de Lille.

deux cordons du sympathique dans le thorax, l'injection d'une solution d'acide chlorhydrique à 5 pour 1000 dans le duodénum produit une augmentation tout aussi marquée de la sécrétion pancréatique que si les principaux nerfs sécréteurs étaient restés intacts. Cette expérience a déjà été faite par Popielski et nous ne pouvons que confirmer les résultats qu'il a obtenus. Mais cet expérimentateur ajoute que, si l'on sépare le duodénum du pylore, la sécrétion réflexe ne se produit plus, et il en conclut que le pylore renferme très vraisemblablement le centre sécrétoire du pancréas. Sur ce point, nos observations sont en désaccord avec celles de Popielski. Nous avons toujours vu, quand le duodénum avait été sectionné à quelque distance au-dessous du pylore, l'injection d'acide ou d'éther amener ses effets habituels.

» Il fallait donc chercher ailleurs que dans la région pylorique le centre de sécrétion et l'on pouvait supposer qu'il se trouverait dans les gros ganglions abdominaux du sympathique. Pour résoudre cette question, nous avons extirpé, à des chiens curarisés, le ganglion cœliaque et le ganglion mésentérique supérieur et, en même temps, nous avons énervé soigneusement l'origine de toutes les artères qui peuvent fournir des branches au pancréas, c'est-à-dire l'origine du trou cœliaque et celle de l'artère mésentérique supérieure. Ces animaux avaient subi, en outre, la section des pneumogastriques, des cordons thoraciques du sympathique et celle du pylore.

» Un premier fait digne d'intérêt s'observe après ces opérations : le pancréas, ainsi privé de ses relations avec tous les appareils nerveux extérieurs à l'organe, continue à sécréter. Mais le résultat le plus important c'est que, si l'on introduit une solution acide ou de l'éther dans le duodénum, l'écoulement du suc pancréatique s'accélère. L'exemple suivant est très caractéristique.

» Chez un chien de $6^{kg},500$, en digestion et curarisé, on pratique toutes les opérations indiquées ci-dessus, et l'on termine par l'introduction d'une canule dans le conduit excréteur du pancréas. Le suc apparaît rapidement à l'orifice de la canule, et une première goutte tombe au bout de deux minutes quinze secondes; l'écoulement se ralentit alors progressivement, et la cinquième goutte met onze minutes vingt-cinq secondes à se former. A ce moment, on injecte dans le duodénum 8^{cc} d'une solution d'acide chlorhydrique à 5 pour 1000. La première goutte qui se produit après l'injection tombe au bout de quatre minutes vingt secondes, et dans les huit minutes quarante secondes qui suivent, on recueille 12 gouttes; puis la quatorzième goutte ne tombe plus qu'au bout de trois minutes quarante secondes, et la suivante au bout de

treize minutes seulement. La sécrétion qui s'était accélérée pendant dix-sept minutes environ, sous l'influence de l'injection acide, reprend donc, au bout de ce temps, sa marche très ralentie du début.

» Nous pourrions rapporter plusieurs exemples du même genre. Parfois quand l'effet de la solution acide était épuisé, nous avons, par une injection d'éther, réveillé à nouveau, quoique à un degré moindre, l'activité de la glande. Il est à noter aussi que l'épreuve réussit à un moment où l'insufflation pulmonaire, le traumatisme pratiqué sur l'abdomen ont fait baisser la température rectale à 34° ou 33°.

» Ce n'est pas sans surprise qu'on voit le pancréas isolé de toute connexion, non seulement avec le système nerveux cérébro-spinal, mais aussi avec les centres abdominaux du sympathique, obéir encore à une excitation dont le caractère réflexe n'est pas douteux, puisque l'acide introduit dans le duodénum ne peut agir qu'à distance sur la cellule glandulaire. Il faut donc que les centres sécrétoires aient leur siège, soit dans le duodénum, soit dans le pancréas lui-même : c'est très vraisemblablement dans l'intimité de sa propre substance que la glande trouve tous les éléments nécessaires à la manifestation de son activité réflexe. La persistance de cette dernière dans un organe énervé implique aussi que les ganglions minuscules disséminés à la périphérie réunissent en eux toutes les parties constituantes de l'arc diastaltique.

» Ajoutons enfin que la pilocarpine conserve son action excito-sécrétoire sur la glande isolée de son appareil nerveux extrinsèque : ce qui permet de recueillir une quantité assez forte de suc pancréatique. Nous reviendrons sur les propriétés du liquide obtenu dans ces conditions. »

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et demie.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 30 octobre 1899.

Connaissance des Temps ou des mouvements célestes pour le Méridien de Paris, à l'usage des astronomes et des navigateurs, pour l'an 1902, publiée par le Bureau des Longitudes. Paris, Gauthier-Villars, 1899; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Poincaré.)

Traité de Géologie, par A. de Lapparent, Membre de l'Institut : I (fascicule 1), *Phénomènes actuels;* II (fascicule 2), *Géologie proprement dite.* Paris, Masson et Cie, 1900; 2 vol. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

La nature tropicale, par J. Costantin. Paris, Félix Alcan, 1899. (Présentée par M. Gaston Bonnier. Hommage de l'Auteur.)

Cinq Opuscules de M. Bordage, sur des questions de Biologie et d'Entomologie (1898). (Hommage de l'Auteur.)

Ueber eine algebraische Reihe, von Georg Sidler. Bern, K.-J. Wyss, 1899.

Ueber die Reste von Edestiden und neue Gattung Helicoprion, von A. Karpinsky, mit 4 Tafeln und 72 Textfiguren. Saint-Pétersbourg, C. Birkenfeld, 1899; 1 fasc. in-8° et 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. Gaudry. Hommage de l'Auteur.)

Mémoires de la Section topographique de l'État-Major général (russe). T. LVI. Saint-Pétersbourg, 1899; 1 vol. in-4°. (Offert par M. Venukoff, présenté par M. Bouquet de la Grye.)

Sitzungsberichte der königl. böhmischen Gesellschaft der Wissenschaften. Mathematisch-naturwissenschaftliche Classe. Jahrgang 1898. Prag, 1899; 1 vol. in-8°.

Jahresbericht der königl. böhmischen Gesellschaft der Wissenschaften, für das Jahr 1898. Prag, 1899; 1 fasc. in-8°.

Husitske valecnictvi za doby Zizkovy a Prokopovy, sepsal Judr. Hugo Toman. V Praze, 1898; 1 vol. in-8°.

O determinantech mocninnych a sestavych, napsal Dr F.-J. Studnicka. V Praze, 1897; 1 fasc. in-8°.

Analele institutului meteorologic al României, publicate de STEFAN-C. HEPITES; t. XIII, anul 1897. Bucuresci, F. Göbl; Paris, Gauthier-Villars, 1899; 1 vol. in-4°. (Oferit de Institutul meteorologic.)

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 6 NOVEMBRE 1899.

Équilibre des systèmes chimiques, par J. WILLARD GIBBS, traduit par HENRY LE CHATELIER. Paris, Georges Carré et C. Naud, 1899; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Picard.)

La tuberculose pulmonaire, son traitement par une nouvelle tuberculine, par le Dr Ponzio, Paris, J.-B. Baillière et fils, 1900; 1 fasc. in-12. (Hommage de l'Auteur.)

Le potager d'un curieux : histoire, culture et usage de 250 plantes comestibles peu connues ou inconnues, par A. PAILLIEUX et D. BOIS. 3e édition. Paris, Librairie agricole de la Maison rustique, 1899; 1 vol. in-8°. (Hommage des Auteurs.)

Notice sur les travaux scientifiques de M. A. Etard. Paris, Gauthier-Villars, 1899; 1 fasc. in-4°.

Manuali Hoepli. Repertorio di Matematiche superiori, per ERNESTO PASCAL. II. Geometria. Milano, Ulrico Hoepli, 1900; 1 vol. in-18. (Présenté par M. Hermite; hommage de l'Auteur.)

Chronik der königl. technischen Hochschule zu Berlin, 1799-1899. Berlin, Wilhelm Ernst und Sohn, 1899; 1 vol. in-4°.

Die reine Mathematik in den Jahren 1884-1899, *nebst Actenstücken zum Leben von Siegfried Aronhold*, von Dr E. LAMPE. Berlin, Wilhelm Ernst und Sohn, 1899; 1 fasc. in-8°.

Neue physikalische Apparate. 7 Mittheilung. Max Kohl, Chemnitz, s. d.; 1 fasc. in-4°.

Catalogue des appareils pour les expériences avec les courants à grande fréquence et haute tension d'après Tesla. Max Kohl, Chemnitz, s. d.; 1 fasc. in-4°.

Statistiek van het koninkrijk der Nederlanden. Bescheiden betreffende de geldmiddelen. Vier en twintigste stuk. Eerste gedeelte. 1898. 'Sgravenhage, Martinus Nijhoff, 1899; 1 fasc. in-4°.

Bericht der senckenbergischen Naturforschen der Gesellschaft in Frankfurt am Main, 1899 : vom Juni 1898 bis Juni 1899. Frankfurt a. M., Gebrüder Knauer, 1899; 1 vol. in-8°.

Transactions of the Connecticut Academy of Arts and Sciences. Vol. X, part I. Newhaven, 1899; 1 vol. in-8°.

Annuaire géologique et minéralogique de la Russie, rédigé par N. Krichtafovitch. Vol. III, livr. 9. Novo Alexandria, s. d.; 1 fasc. in-4°.

Jahrbuch des Königl. sächsischen meteorologischen Institutes. 1896, Jahrgang XIV, 3 Abt.; 1897, Jahrgang XV, 1-2 Abt. Chemnitz, 1898-99; 3 fasc. in-4°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 13 NOVEMBRE 1899,

PRÉSIDENCE DE M. VAN TIEGHEM.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Observation relative aux recherches sur les diamines;* par M. BERTHELOT.

« Dans mon Mémoire publié au dernier numéro des *Comptes rendus*, une rédaction trop elliptique est susceptible de produire quelque confusion qu'il est utile de prévenir.

» Après avoir indiqué que l'addition des éléments C^2H^2 (c'est-à-dire $C^2 + H^2$) à l'éthylène diamine la change en diéthylène diamine avec dégagement de $+7^{Cal},8$; il convient, dans les exemples suivants : formène changé en propylène; benzine en styrolène; alcool méthylique en alcool allylique; acide acétique en acide crotonique, etc., de remplacer la formule C^2H^2 par $C^2 + H^2$, afin d'éviter toute confusion entre l'addition de cette somme d'éléments et celle de l'acétylène qui en différerait par

$-58^{Cal},1$, c'est-à-dire que toutes les additions signalées seraient exothermiques. Tous les raisonnements exposés sont applicables à la somme $C^2 + H^2$. »

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *La maladie des Œillets à Antibes;* par MM. **Prillieux** et **Delacroix**.

« L'Académie a reçu, dans sa dernière séance, une Communication de M. Mangin sur une maladie qui fait un ravage considérable dans les cultures d'Œillets des environs d'Antibes. Sur la demande pressante du Syndicat agricole de cette localité, le Ministre de l'Agriculture nous a chargés, à la fin de septembre dernier, de l'étude de cette maladie, et depuis lors plusieurs envois d'Œillets atteints, ainsi que diverses notes et renseignements, ont été transmis d'Antibes à la Station de Pathologie végétale. Les études que nous avons entreprises sur ce sujet feront l'objet d'un rapport au Ministre de l'Agriculture.

» Nos propres observations confirment celles de M. Mangin, en ce qui touche l'anatomie des tiges malades et la présence dans les tissus de divers mycéliums de Champignons.

» Parmi eux, plusieurs évidemment saprophytes ne se rencontrent que dans les parties tout à fait mortes. Les uns ont donné dans nos cultures un *Macrosporium;* d'autres, le *Torula herbarum*, tous deux à filaments noirs. Dans les mêmes conditions, un mycélium hyalin a produit les conidies de *Trichothecium roseum*.

» C'est à une forme mycélienne différente des précédentes et signalée par M. Mangin que doit être rapportée la cause réelle de la maladie. C'est elle que nous avons rencontrée d'une façon constante dans les régions récemment envahies et qui pénètre peu à peu les parties vivantes des tiges. Ce mycélium hyalin progresse ainsi par l'intermédiaire des vaisseaux. On le trouve seul fructifié sur les portions de tige simplement un peu brunâtres, quand on les fait séjourner quelque temps dans un milieu maintenu humide; à la surface de son support, la Mucédinée se développe et végète en une masse floconneuse, d'un blanc pur.

» Ce Champignon est doué d'un polymorphisme très marqué, comme l'a constaté M. Mangin; nous y avons rencontré trois formes de fructifications conidiennes :

» 1° Un *Fusarium*, à conidies hyalines, le plus souvent arquées, aiguës

aux deux bouts, parfois droites, en général triseptées, avec des dimensions moyennes de $25^{\mu} \times 3^{\mu},5$. Les filaments fructifères portent un ou deux verticilles de 3 à 5 stérigmates aigus terminés chacun par une conidie unique. C'est cette forme *Fusarium* que M. Mangin rapproche des *Cercosporella*.

» 2° Des conidies hyalines, avec extrémités arrondies, continues au moins au début, de dimensions variables et pouvant atteindre 10^{μ} à 12^{μ} de long sur 3^{μ} à 4^{μ} de large. Ces conidies sont isolées au sommet d'assez courts stérigmates insérés sur les filaments jeunes, irrégulièrement et à angle droit.

» 3° Des chlamydospores globuleuses, hyalines, à membrane relativement épaisse, de 12^{μ} à 15^{μ} de diamètre. Leur contenu, formé d'abord de sphérules réfringentes, se modifie bientôt, et les sphérules confluent en une grosse gouttelette brillante. Ces chlamydospores apparaissent soit au sommet de rameaux grêles, soit sur le trajet des filaments du mycélium; parfois elles sont géminées.

» L'examen du Champignon fructifié sur les Œillets malades nous a montré ces trois formes conidiennes associées, produites par le même mycélium. Nous avons pu les obtenir aussi bien en culture artificielle sur des fragments de pommes de terre stérilisés en tubes. Des cultures en chambre humide flambée, faites sur goutte suspendue d'un liquide nutritif, nous ont permis de suivre leur développement. En semant de cette manière des conidies de la forme *Fusarium*, nous les avons vues germer en moins de vingt-quatre heures à la température de 20° C. Un filament germinatif part de l'une ou des deux extrémités, et souvent en même temps d'un ou deux des compartiments intermédiaires. Dès le second jour, les conidies cylindroïdes se montrent vers les parties extrêmes du mycélium hyalin, grêle, à peine cloisonné, chargé de très fines gouttelettes. Ces conidies sont éparses le long des filaments; un bon nombre s'allongent, se cloisonnent, s'incurvent parfois pour évoluer vers la forme *Fusarium*, de telle sorte qu'on peut rencontrer tous les intermédiaires entre les deux formes. Enfin, à partir de la cinquantième heure environ, apparaissent les chlamydospores, dont nous n'avons pu encore suivre la destinée ultérieure.

» A ces formes conidiennes correspond sans doute une forme ascospore encore inconnue. Nous qualifierons provisoirement l'espèce qui fait l'objet de cette Note du nom de *Fusarium Dianthi* nov. sp. »

MÉMOIRES LUS.

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Recherches sur l'alcoolisme aigu; dosage de l'alcool dans le sang et dans les tissus* ([1]). Note de M. N. Gréhant.

« Les recherches que j'ai entreprises sur l'alcoolisme aigu ont consisté à faire pénétrer dans l'estomac des animaux, à l'aide d'une sonde œsophagienne et d'une burette graduée, un volume mesuré d'alcool à 10 pour 100, puis à faire successivement plusieurs prises de 10^{cc} de sang dans une artère; chaque échantillon a été injecté dans un ballon-récipient uni par un tube réfrigérant avec une pompe à mercure : deux appareils semblables ont été montés et ont permis d'obtenir rapidement la distillation et la dessiccation du sang.

» J'ai fait le dosage de l'alcool par le procédé volumétrique au bichromate de potasse dû à mon élève et préparateur M. Nicloux, qui donne des résultats exacts comme on peut le reconnaître par l'épreuve suivante : j'ai composé à part deux mélanges très étendus d'alcool et d'eau distillée à proportions bien mesurées, l'un à $\frac{1}{1500}$, l'autre à $\frac{1}{2000}$. Or ces mélanges, ayant été soumis au procédé de dosage, ont donné pour l'alcool les nombres $\frac{1}{1430}$ et $\frac{1}{1920}$; l'erreur relative est comprise entre $\frac{1}{10}$ et $\frac{1}{20}$; elle est négligeable et les résultats obtenus dans mes recherches comparatives ne peuvent pas être contestés.

» *Expérience I.* — Chez un chien dogue du poids de $11^{kg},7$, à jeun depuis vingt-quatre heures, on injecte dans l'estomac en vingt minutes 5^{cc} d'alcool absolu par kilogramme, ce qui fait 585^{cc} d'alcool à 10 pour 100.

» Une demi-heure après l'injection, on fait une première prise de 10^{cc} de sang qui est soumis à la distillation et l'on a fait dix prises de sang de demi-heure en demi-heure; il a fallu travailler avec beaucoup d'activité pour obtenir par la distillation et par le dosage les résultats suivants :

	Alcool absorbé dans 100^{cc} de sang.
	cc
Une demi-heure	0,4
Une heure	0,5
Une heure trente minutes	0,57

([1]) Travail du laboratoire de Physiologie générale du Muséum d'Histoire naturelle.

	Alcool absorbé dans 100^{cc} de sang.
	cc
Deux heures	0,57
Deux heures trente minutes	0,6
Trois heures	0,57
Trois heures trente minutes	0,57
Quatre heures	0,56
Quatre heures trente minutes	0,53
Cinq heures	0,51

» Ce Tableau est très instructif : il montre qu'à partir d'une heure et demie après l'injection dans l'estomac, jusqu'à quatre heures après, la proportion d'alcool dans le sang est constante, égale à $0^{cc},57$; la courbe qui représente les résultats offre un long plateau parallèle à la ligne des abscisses ; c'est la période d'ivresse profonde. Aussitôt que la proportion d'alcool baisse dans le sang, quatre heures et demie et cinq heures après l'injection, l'animal fait des efforts continuels pour se relever, mais il retombe sur le sol et ce n'est qu'au bout d'un certain nombre d'heures qu'il est complètement rétabli.

» L'alcool ne se trouve pas seulement dans le sang, mais on peut le retirer des tissus qui en sont tous imprégnés.

» *Expérience II.* — Chez un chien du poids de $11^{kg},6$, on injecte dans l'estomac 580^{cc} d'alcool à 10 pour 100 ou 58^{cc} d'alcool absolu, 5^{cc} par kilogramme ; trois heures après l'injection, qui a duré un quart d'heure, on sacrifie l'animal par hémorragie de l'artère carotide ; on a obtenu 505^{cc} de sang ; l'animal n'a point présenté les convulsions de l'anémie ; 100^{cc} de sang renfermaient $0^{cc},52$ d'alcool absolu.

» L'estomac contenait 383^{gr} de liquide que l'on a distillé et le dosage de l'alcool a donné $2^{cc},3$ d'alcool absolu tandis que le contenu de l'intestin grêle a donné seulement $0^{cc},8$ d'alcool, de sorte que 58 — 3,1 c'est-à-dire $54^{cc},9$ d'alcool absolu ont été absorbés en trois heures un quart.

» Le cerveau qui pesait 70^{gr} a été haché et introduit dans un ballon-récipient ; le dosage de l'alcool calculé pour 100^{gr} de cerveau et de différents tissus a donné :

	Alcool absolu.
	cc
Cerveau	0,41
Muscles	0,33
Foie	0,325
Reins	0,39

» On a pu détacher de l'animal la plus grande partie des muscles dont le poids a été trouvé égal à $3^{kg},6$; 100^{gr} de muscles renfermaient $0^{cc},33$ d'alcool absolu ; $3^{kg},6$ contenaient $11^{cc},9$ d'alcool.

» Les données numériques que j'ai obtenues et que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie des Sciences serviront de base à mes recherches ultérieures sur l'alcoolisme. »

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un Ouvrage de M. *L.-J.-B. Bérenger-Féraud* ayant pour titre : « Le baron Hippolyte Larrey ». (Présenté par M. Guyon.)

2° Un Ouvrage de M. *André Broca* : « Sur la télégraphie sans fils ». (Présenté par M. Cornu.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les congruences de cercles et de sphères qui interviennent dans l'étude des systèmes orthogonaux et des systèmes cycliques.* Note de M. C. **Guichard**, présentée par M. Darboux.

« J'appelle, selon l'usage, *pôles* d'un cercle, les centres des sphères de rayon nul passant par le cercle. On peut alors, par des considérations tout à fait élémentaires, établir le théorème suivant :

» Théorème. — *Si une sphère* S *décrit une congruence, le cercle* C, *qui a pour pôles les points* A *et* A' *où la sphère* S *touche son enveloppe, décrit aussi une congruence.*

» Réciproquement :

» *Si un cercle* C *décrit une congruence, la sphère* S, *qui a pour centre le point où le plan du cercle* C *touche son enveloppe et qui passe par les pôles* A *et* A' *du cercle* C, *décrit aussi une congruence. La sphère* S *touche son enveloppe aux points* A *et* A'.

» Ces congruences de sphères (S) et de cercles (C) sont dites *adjointes*.

» Ces systèmes possèdent les propriétés suivantes :

» *Si une sphère* S *et un cercle* C *décrivent des congruences adjointes, les congruences décrites par les deux cercles focaux de* S *sont adjointes aux congruences décrites par les sphères focales de* C.

» *Si une sphère* S *et un cercle* C *décrivent des congruences adjointes, toute congruence de cercles harmonique ou conjuguée à* (S) *a pour adjointe une congruence de sphères harmonique ou conjuguée à* C *et inversement.*

» Ces théorèmes jouent un rôle important dans cette théorie, ils permettent de ramener tout problème sur les congruences de sphères à un problème sur les congruences de cercles et inversement. Ils sont analogues aux théorèmes qui constituent la loi de parallélisme des réseaux et des congruences.

» Cela posé, soit S une sphère qui décrit une congruence, $x_1, x_2, \ldots, x_5$ les coordonnées de la sphère qui satisfont à l'équation

$$(1) \qquad \frac{\partial^2 \theta}{\partial u \, \partial v} = \frac{1}{h} \frac{\partial h}{\partial v} \frac{\partial \theta}{\partial u} + \frac{1}{l} \frac{\partial l}{\partial u} \frac{\partial \theta}{\partial v} + R\theta.$$

» Je dirai que la congruence S est I si

$$x_1^2 + x_2^2 + \ldots + x_5^2 = 0,$$

d'une manière générale la congruence S sera pI si l'on peut trouver $(p-1)$ solutions $y_1, y_2, \ldots, y_{p-1}$ de l'équation (1) telles que

$$x_1^2 + \ldots + x_5^2 + \sum_1^{p-1} y_k^2 = 0;$$

on suppose de plus que l'expression

$$dx_1^2 + \ldots + dx_5^2 + \sum_1^{p-1} dy_k^2$$

n'est pas identiquement nulle.

» La congruence S sera une congruence O si l'équation (1) admet trois solutions y_1, y_2, y_3 telles que

$$x_1^2 + x_2^2 + \ldots + x_5^2 = y_1^2 + y_2^2 + y_3^2,$$
$$dx_1^2 + dx_2^2 + \ldots + dx_5^2 = dy_1^2 + dy_2^2 + dy_3^2;$$

d'une manière générale, la congruence S est pO si l'équation (1) admet $p+2$ solutions $y_1, y_2, \ldots, y_{p+2}$ telles que

$$x_1^2 + x_2^2 + \ldots + x_5^2 = y_1^2 + y_2^2 + \ldots + y_{p+2}^2,$$
$$dx_1^2 + dx_2^2 + \ldots + dx_5^2 = dy_1^2 + dy_2^2 + \ldots + dy_{p+2}^2.$$

» Enfin la congruence S sera C si

$$x_1^2 + x_2^2 + \ldots + x_5^2 = h^2 U^2 + l^2 V^2,$$

U et V étant respectivement des fonctions de u et de v.

» D'une façon générale, la congruence S sera pC, si l'équation (1)

admet $(p-1)$ solutions $y_1, y_2, \ldots, y_{p-1}$ telles que

$$x_1^2 + x_2^2 + \ldots + x_5^2 + \sum_1^{p-1} y_k^2 = h^2 U^2 + l^2 V^2.$$

» Une congruence de cercles, adjointe d'une congruence de sphères, sera désignée par la même notation que cette congruence.

» Un cercle I correspond à un réseau de l'espace à cinq dimensions applicable sur un réseau à une seule dimension; un cercle pI correspond à un réseau de l'espace à cinq dimensions applicable sur un réseau à p dimensions.

» Un cercle O correspond à un réseau orthogonal dans l'espace à cinq dimensions; un cercle pO à un réseau de l'espace à cinq dimensions que j'ai désigné par la notation pO dans mon Mémoire *Sur les systèmes cycliques et sur les systèmes orthogonaux* (*Annales de l'École Normale*, 1897 et 1898).

» Dans ma prochaine Note, j'indiquerai les propriétés principales des systèmes que je viens de définir. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations du second ordre à points critiques fixes*. Note de M. **Paul Painlevé**, présentée par M. Poincaré.

« Dans des Notes antérieures (*Comptes rendus*, 1898), j'ai formé *explicitement* toutes les équations

$$(1) \qquad \frac{d^2Y}{dX^2} = R\left(\frac{dY}{dX}, Y, X\right)$$

$\left(\text{où R est rationnel en } \frac{dY}{dX}, \text{ et Y, analytique en X}\right)$, dont l'intégrale générale a ses points critiques fixes ([1]).

» Je me propose de traiter ici la question inverse :

» *Étant donnée une équation* (1), *reconnaître si elle a ses points critiques fixes et* (*quand il en est ainsi*) *l'intégrer ou la ramener à un type canonique irréductible.*

» Je représenterai, dans ce qui suit, par k, l des constantes arbitraires, par α, β, ... des constantes numériques, par a, b, ... des fonctions de la variable indépendante et par a', b', ..., a'', b'', ... leurs dérivées.

(1) Les points *critiques* sont les points autour desquels plusieurs branches de l'intégrale $y(x)$ se permutent; $y(x)$ peut présenter des pôles mobiles et des singularités essentielles mobiles.

» *Premières conditions.* — Il faut d'abord que R soit de la forme

$$A(Y,X)\left(\frac{dY}{dX}\right)^2 + B(Y,X)\frac{dY}{dX} + C(Y,X),$$

et que A coïncide avec une des *neuf* expressions suivantes :

$$0,\quad \frac{2a}{aY+b},\quad \frac{a\left(1+\frac{1}{n}\right)}{aY+b} + \frac{c\left(1-\frac{1}{n}\right)}{cY+d}\ (n \text{ entier} > 1),\quad \frac{a}{aY+b}+\frac{c}{cY+d},$$

$$\frac{1}{2}\left(\frac{a}{aY+b}+\frac{c}{cY+d}\right)+\frac{e}{eY+f};\quad \frac{1}{2}\left(\frac{a}{aY+b}+\frac{b}{cY+d}+\frac{e}{eY+b}+\frac{g}{gY+h}\right),$$

$$\frac{2}{3}\left(\frac{a}{aY+b}+\frac{c}{cY+d}+\frac{e}{eY+b}\right),\quad \frac{1}{2}\frac{a}{aY+b}+\frac{3}{4}\left(\frac{c}{cY+d}+\frac{e}{eY+b}\right),$$

$$\frac{5}{6}\frac{a}{aY+b}+\frac{2}{3}\frac{c}{cY+d}+\frac{1}{2}\frac{e}{eY+f}.$$

Il est loisible d'effectuer sur Y la transformation homographique qui change les valeurs $-\frac{b}{a}, -\frac{c}{d}, -\frac{f}{e}$ en ∞, 0 et 1; cela fait, si, pour les expressions précédentes de rang 3, 5, 7, 8, 9, on pose respectivement $z = Y^{\frac{1}{n}}$, $z = Y^{\frac{1}{2}}$, $z = [Y(Y-1)]^{\frac{1}{3}}$, $z = [Y(Y-1)]^{\frac{1}{4}}$, $z = Y^{\frac{1}{3}}$, on ramène les expressions 3 à 2, 5 à 4, 7, 8 et 9 à 6 et l'on montre que la nouvelle fonction z a ses points critiques fixes en même temps que Y. Moyennant ces transformations *algébriques* préalables, A coïncide donc avec une des *trois* expressions.

$$0,\quad \frac{1}{Y},\quad \frac{1}{2}\left[\frac{1}{Y}+\frac{1}{Y-1}+\frac{1}{Y-A}\right],$$

où A est, soit une constante numérique α, soit une fonction de X, que la transformation $X_1 = A(X)$ fait coïncider avec X.

» *Deuxièmes conditions.* — Cette première réduction effectuée, l'équation (si elle a ses points critiques fixes) coïncide avec une des équations du Tableau suivant, ou s'y ramène par une transformation $y=\lambda(X)Y+\mu(X)$, $x=\psi(X)$, où λ, μ, ψ s'expriment *algébriquement* à l'aide des coefficients de (1) et de leurs dérivées.

(1) $y'' = ay' + by + c$ (équation linéaire du deuxième ordre),

(2) $y'' = -3yy' - y^3 + ay + b$ $\left[\text{ou } y = \frac{z'}{z},\ z''' = az' + bz\right]$,

(3) $y'' = -2yy' + a(y' + y^2) + b$ $[\text{ou } y' + y^2 = u,\ u' = au + b]$,

(4) $y'' = y'\frac{a'}{2a} + a[2\alpha y^3 + 6\beta y^2 + \gamma y + \delta]$ $[\text{ou } y'^2 = a\alpha y^4 + 4\beta y^3 + \gamma y^2 + 2\delta y + \beta]$,

(5) $y'' = -3ay' + 2y^3 - y(a' + 2a^2)$ $\left[\text{ou} \quad (y' + ay)^2 = y^4 + u,\ \frac{u'}{u} = -4a\right]$,

(6) $y'' = -\frac{5}{2}ay' + \frac{3}{2}y^2 - y\left(a' + \frac{3a^2}{2}\right)$ $\left[\text{ou} \quad (y' + ay)^2 = y^3 + u,\ \frac{u'}{u} = -3a\right]$,

(7) $y'' = -yy' + y^3 - a(3y' + y^2) - (a' + 2a^2)y$ $\left[\text{ou} \quad y = \frac{z'}{z},\ \frac{z'}{\sqrt{4z^3 + \beta}} = u,\ \frac{u'}{u} = -a\right]$,

(8) $$\left\{\begin{array}{l} y'' = -yy' + y^3 + \frac{c'}{2c}(3y' + y^2) + \left(\frac{c''}{2c} - \frac{c'^2}{c^2} - c\right)y \\ \left[\text{ou} \quad y = \frac{z'}{z - 1},\quad \frac{z'}{\sqrt{4z^3 - 12z + k}} = \frac{\sqrt{c}}{2\sqrt{3}}\right], \end{array}\right.$$

(9) $$\left\{\begin{array}{l} y'' = -yy' + y^3 - a(3y' + y^2) + by - \frac{24}{c^3}, \quad \text{avec} \quad a = \frac{c' - 1}{c}, \quad b = a' + 2a^2 + \frac{12}{c^2} \\ \left[\text{ou} \quad y = \dfrac{\sqrt{4z^3 + k} + \frac{2}{\xi^3}}{u\left(z - \frac{1}{\xi^2}\right)}, \quad z = p(\xi + l, 0, k), \quad u = e^{\int a\,dx}, \quad \xi = \frac{c}{u}\right], \end{array}\right.$$

(10) $$\left\{\begin{array}{l} y'' = -yy' + y^3 - (3y' + y^2)\frac{P'(x)}{2P(x)} - \frac{24xy}{P} + \frac{12}{P}, \quad \left(P = \begin{array}{l} 4x^3 - x - \alpha \\ \text{ou } 4x^3 - 1 \end{array}\right) \\ \left[\text{ou} \quad y' = \frac{z' - 1}{z - x}, \quad \frac{z'}{\sqrt{P(z) + k}} = \frac{1}{\sqrt{P(x)}}\right], \end{array}\right.$$

(11) $yy'' = y'^2 + \frac{a'}{2a}yy' + a(\alpha y^4 + \beta y^3 + \gamma y + \delta)$ $[\text{ou } y'^2 = a(x)[\alpha y^4 + 2\beta y^3 - 2\gamma y - \delta + ky^2]$,

(12) $$\left\{\begin{array}{l} yy'' = y'^2 + a\left(1 - \frac{i}{2}\right)yy' + \left[a' + a^2\left(1 - \frac{i}{2}\right)\right]y^2 + \left(i - \frac{1}{2}\right)y^i \\ \qquad (i = 0,\ 1,\ 3 \text{ ou } 4) \\ \left[\text{ou} \quad (y' + ay)^2 - y^i = uy^2, \quad \frac{u'}{u} = (2 - i)a\right], \end{array}\right.$$

(13) $yy'' = y'^2 + ayy' + by^2$ $\left[\text{ou} \quad \frac{y'}{y} = u, \quad u' = au + b\right]$,

(14) $$\left\{\begin{array}{l} yy'' = y'^2 + y'\left[y\left(\frac{c'}{2c} - a\right) + a\right] + y(y + 1)\left[y^2c + \frac{ac'}{2c} - a' - a^2\right] \\ \left\{\text{ou} \quad [y' + a(y + 1)]^2 = cy^2[(y + 1)^2 - u], \quad \frac{u'}{u} = -2a\right\}, \end{array}\right.$$

(15) $$\left\{\begin{array}{l} yy'' = y'^2 + y'[a(y^2 + 1) + by] + (a' - ba)y(y^2 - 1) + cy^2 \\ [\text{ou} \quad y' = a(y^2 - 1) + uy, \quad u' = bu + c], \end{array}\right.$$

(16) $$\left\{\begin{array}{l} yy'' = y'^2 + y'(1 + ay) + by^3 + cy^2 + ay, \quad \text{avec} \quad c = \left(\frac{b'}{b} - a\right)\left[2(a + a') - \frac{b''}{b} + \frac{b'^2}{b^2}\right] \\ \left\{\text{ou} \left[y' + 1 + y\left(\frac{b'}{b} - a\right)\right]^2 = 2by^3 + uy^2, \ u' = 2au - 2b\right\}, \end{array}\right.$$

(17) $yy'' = y'^2 + y'(ay + by^2) + y^3(b' - ba) + cy^2$ $[\text{ou} \quad y' - by^2 = uy, \quad u' = au + c]$,

(18) $y'' = y'^2\left[\frac{3y^2 - 2y(1+\alpha)+\alpha}{2y(y-1)(y-\alpha)}\right] + ay'$ $\left[\text{ou}\quad \frac{y'}{\sqrt{y(y-1)(y-\alpha)}} = u,\ \frac{u'}{u} = a\right].$

(19) $y'' = 6y^2 + x,$

(20) $y'' = -yy' + y^3 - 12ay + 12a'$, avec $a'' = 6a^2 + 1$ $\left[\text{ou}\quad y = \frac{z' - a'}{z - a},\ z'' = 6z^2 + x\right],$

(21) $y'' = 2y^3 + xy + \alpha,$

(22) $yy'' = y'^2 - \frac{yy'}{x} - \alpha y^4 - \beta\frac{y^3}{x} + \gamma\frac{y}{x} + \delta$ $\qquad(\gamma \text{ ou } \delta \neq 0),$

(23) $yy'' = \frac{y'^2}{2}\left(\frac{1}{y} + \frac{1}{y-1} + \frac{1}{y-x}\right) + y'\left(\frac{1}{x-y} + \frac{1}{1-x} - \frac{1}{x}\right) + \frac{y(y-1)}{2x(x-z)(y-x)}.$

» Les cinq dernières équations sont seules irréductibles. *La question posée est ainsi entièrement résolue.* »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la généralisation des développements en fractions continues, donnés par Gauss et par Euler, de la fonction* $(1+x)^m$. Note de M. **H. Padé**, présentée par M. Appell.

« 1. Dans ses *Diquisitiones generales circa seriem infinitam*

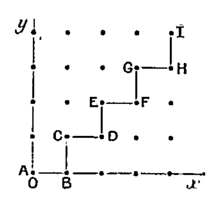
$$1 + \frac{\alpha\beta}{1.\gamma}x + \ldots,$$

Gauss donne (n° 14, formule 31) le développement suivant, en fraction continue, de la fonction $(1+x)^m$:

$$(1+x)^m = \cfrac{1}{1 - \cfrac{mx}{1 + \cfrac{\frac{m+1}{2}x}{1 - \cfrac{\frac{m-1}{2.3}x}{1 + \cfrac{\frac{2(m+2)}{3.4}x}{1 - \cfrac{\frac{2(m-2)}{4.5}x}{1 + \ldots}}}}}}$$

» Si l'on fait correspondre à chaque réduite de cette fraction le point qui a pour abscisse le degré du dénominateur, et pour ordonnée le degré

du numérateur, on obtient le schéma suivant :



où A, B, C, ... sont les points représentatifs des réduites successives de la fraction.

» Cette fraction se généralise; on a, en effet,

$$(1+x)^m = \cfrac{1}{\left\{\begin{array}{l} 1-\frac{m}{1}x+\frac{m(m+1)}{1.2}x^2-\ldots+(-1)^\mu\frac{m(m+1)\ldots(m+\mu-1)}{\mu!}x^\mu \\ \qquad +(-1)^{\mu+1}\frac{m(m+1)\ldots(m+\mu)}{(\mu+1)!}x^{\mu+1}\times P \end{array}\right\}},$$

$$P = \cfrac{1}{1+\cfrac{\frac{(\mu+1)(\mu+1+m)}{(\mu+1)(\mu+2)}x}{1+\cfrac{\frac{1(1-m)}{(\mu+2)(\mu+3)}x}{1+\cfrac{\frac{(\mu+2)(\mu+2+m)}{(\mu+3(\mu+4)}x}{1+\cfrac{\frac{2(2-m)}{(\mu+4)(\mu+5)}x}{1+\ldots}}}}}$$

» Le schéma relatif à ce développement de $(1+x)^m$ est analogue à celui de la fraction de Gauss, mais au lieu que la première réduite A soit figurée par l'origine, elle l'est par le point d'abscisse μ de l'axe des x.

» La loi des numérateurs partiels de P est la suivante : si l'on représente ces numérateurs successifs par $1, r_1 x, r_2 x, r_3 x, \ldots,$ on a

$$r_{2i} = \frac{i(i-m)}{(\mu+2i)(\mu+2i+1)}, \qquad r_{2i+1} = \frac{(\mu+i+1)(\mu+i+1+m)}{(\mu+2i+1)(\mu+2i+2)}.$$

On peut aussi terminer la fraction en prenant pour quotient complet $1+r_n x\times\frac{f_{n+1}}{f_n}$, et alors, $F(\alpha,\beta,\gamma,x)$ désignant la fonction hypergéométrique de Gauss,

$$f_{2i} = F(\mu+i+1+m,\ i,\ \mu+2i+1,\ -x),$$
$$f_{2i+1} = F(\mu+i+1+m,\ i+1,\ \mu+2i+2,\ -x).$$

» *Il suffit de faire, dans ce développement,* $\mu = 0$ *pour retrouver la fraction de Gauss.*

» 2. L'application de la formule générale donnée par Euler dans son *Introductio* pour le développement en fonction continue d'une série quelconque donne, quand on l'applique à la série du binome, la fraction suivante :

$$(1+x)^m = \cfrac{1}{1 - \cfrac{\frac{m}{1}x}{1 + \frac{m}{1}x - \cfrac{\frac{m-1}{2}x}{+1\,\frac{m-1}{2}x - \cfrac{\frac{m-2}{3}x}{+1\,\frac{m-2}{3}x\ldots}}}}$$

près de laquelle nous avons placé sa représentation schématique.

» Sa généralisation s'obtient en prenant pour la quantité désignée par P ce développement

$$P = \cfrac{1}{1 + \frac{\mu+m}{\mu+1}x + \cfrac{\frac{1(1-m)}{(\mu+1)(\mu+2)}x}{1 + \frac{\mu-1+m}{\mu+2}x + \cfrac{\frac{2(2-m)}{(\mu+2)(\mu+3)}x}{1 + \frac{\mu-2+m}{\mu+3}x + \ldots}}}$$

» Si l'on désigne par 1, $r_1 x$, $r_2 x$, $r_3 x$, ... les numérateurs partiels, et par $1 + s_0 x$, $1 + s_1 x$, $1 + s_2 x$, ... les dénominateurs partiels de la fraction P, on a généralement

$$r_i = \frac{i(i-m)}{(\mu+i)(\mu+i+1)}, \qquad s_i = \frac{\mu-i+m}{\mu+i+1}.$$

En la terminant par le quotient complet $1 + s_{n-1}x + r_n x \frac{f_{n+1}}{f_n}$, on a

$$f_i = F(\mu+1+m,\ i,\ \mu+i+1,\ -x).$$

La fraction d'Euler correspond au cas où $\mu = 0$.

» 3. Les réduites des deux fractions continues générales ici données sont toutes des *fractions rationnelles approchées* ou *réduites*, au sens précis

que j'ai donné à cette locution dans des Communications antérieures, de la fonction développée.

» J'aurai l'honneur, dans une prochaine Communication, de faire connaître à l'Académie les fractions continues qui généralisent les trois développements donnés par Lagrange, différents de ceux de Gauss et d'Euler, de la même fonction $(1 + x)^m$, ainsi que des fractions continues entièrement nouvelles, relatives à cette même fonction. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Nouvelle manière de considérer la propagation des vibrations lumineuses à travers la matière.* Note de M. G. **Sagnac**, présentée par M. Lippmann.

« Je considère les vibrations lumineuses à l'intérieur d'un corps comme s'y propageant par l'intermédiaire d'un *milieu identique à l'éther du vide*. Ce milieu vibrant n'est donc pas regardé comme autrement dense ni autrement élastique que l'éther du vide. Je ne considère pas non plus de *réactions mécaniques* entre l'éther et la matière. Je fais intervenir directement la *discontinuité de la matière* suivant le mécanisme principalement *cinématique* que je vais brièvement décrire :

» Chaque particule ou atome du milieu matériel renvoie en tous sens une proportion bien définie des vibrations qui l'abordent. Cette *réflexion-diffraction* des vibrations lumineuses par une particule matérielle peut être *comparée* à la réflexion-diffraction de *vibrations électriques* de Hertz par un petit corps *conducteur* plongé dans le vide, de dimensions très petites vis-à-vis des longueurs d'onde des vibrations électriques incidentes.

» Soit le cas fondamental d'une série d'ondes lumineuses planes de période simple arrivant dans le vide parallèlement à la surface plane P d'un milieu isotrope très transparent. Chaque couche de particules du milieu sépare les vibrations qui l'abordent en vibrations transmises et en vibrations réfléchies. La même subdivision se poursuit par transmission et réflexion sur les diverses couches de particules. Il se produit ainsi un nombre théoriquement infini de systèmes de *vibrations élémentaires* ayant subi des transmissions et réflexions plus ou moins nombreuses.

» Toutes les vibrations élémentaires qui ont subi un *nombre pair de réflexions* sur les particules se propagent vers l'intérieur du milieu matériel. Sur un même plan S parallèle à la surface P du milieu, ces vibrations arrivent avec des phases diverses en raison des chemins diversement *repliés*

qu'elles ont parcourus dans le vide d'une particule réfléchissante à une autre. La résultante de ces vibrations élémentaires d'ordre pair définit, en chaque point libre du plan S, la *vibration* périodique *transmise* à l'intérieur du milieu. De même, les vibrations élémentaires qui ont subi un *nombre impair de réflexions* reviennent traverser la surface P du milieu; leur résultante définit, en chaque point libre de P, la *vibration réfléchie* à la surface du milieu.

» Quand le plan S s'éloigne dans le milieu à une distance de la surface P supérieure à une certaine valeur ε, les vibrations d'ordre impair qui traversent le plan S dans la direction de P sont renvoyées par les couches de particules comprises entre S et P sensiblement comme si la distance e de S à P était infinie ([1]). A partir de ce moment, un même accroissement Δe de l'épaisseur e de matière comprise entre S et P produit toujours un même accroissement Δr du *retard* r de la vibration réfractée.

» Le retard r est considéré comme la *moyenne définie par la règle de Fresnel* entre les retards divers δ que les diverses vibrations élémentaires d'ordre pair ont éprouvés en se propageant par allées et venues *dans le vide* entre les particules réfléchissantes ([2]). Les retards élémentaires δ croissent par degrés successifs comparables au double de la distance moyenne des particules, donc, en général, par degrés extrêmement petits vis-à-vis de la longueur d'onde. Tous ces retards δ surpassent l'épaisseur e du milieu traversé; le rapport désormais constant $\frac{\Delta r}{\Delta e}$ est supérieur à l'unité; c'est l'*indice n de réfraction* du milieu.

» D'après ce mécanisme, la *vitesse de propagation* de la vibration transmise prend une valeur constante V égale à $\frac{V_0}{n}$ (la vitesse d'une onde plane dans le vide étant V_0) seulement au delà de la *couche optique de passage* définie par l'épaisseur ε du milieu supposé parfaitement homogène.

---

(1) L'épaisseur ε renferme un nombre N de couches de particules suffisant pour que l'on puisse, dans le calcul de la vibration transmise par le milieu, négliger la vibration élémentaire, seule de son espèce, qui est transmise sans aucune réflexion successivement à travers les N couches de particules de l'épaisseur ε. Il en résulte que la transmission de la lumière ne peut se faire au-dessous de la couche de passage que par le mécanisme de *réflexions* plus ou moins nombreuses des vibrations élémentaires.

(2) Pour les corps doués d'une *absorption élective* notable, la *résonance* des particules (Stokes) introduit en outre dans chaque réflexion un changement de phase qui ne s'élimine pas de lui-même et qui devient rapidement très important à mesure que la résonance devient très intense. Je reviendrai sur cette importante question.

L'expérience conduit à admettre que la réflexion de la lumière par un milieu tel que le verre, l'eau, a lieu sur une épaisseur comparable à une assez médiocre fraction de longueur d'onde de la même manière que si cette épaisseur était infinie. Cette épaisseur de la couche optique de passage pour la réflexion de la lumière est comparable à ε. Donc quand l'épaisseur e du milieu traversé par les vibrations n'est pas trop petite, on ne commet pas d'erreur sensible en admettant que la propagation des vibrations transmises se fait dans toute l'épaisseur e avec la vitesse constante $\frac{V_0}{n}$, bien que cela soit certainement inexact.

» La valeur $\frac{V_0}{n}$ de la vitesse de propagation s'étend au cas d'une onde sphérique de grand rayon en appliquant le principe d'Huygens à la propagation du *plan d'onde* S dans l'étendue duquel les vibrations transmises sont *en moyenne* synchrones pour l'incidence normale. Le principe d'Huygens permet alors de démontrer, pour une incidence quelconque, l'existence d'une onde plane discontinue *réfractée* à travers la face plane P du milieu, aussi bien que d'une onde plane continue réfléchie par la surface plane P. Ces deux ondes se propagent suivant les lois géométriques connues.

» Si l'on se borne au cas d'un milieu suffisamment dense et de vibrations de longueur d'onde suffisamment grandes, de manière que la longueur d'onde soit égale à un assez grand nombre de fois la distance moyenne des particules, le principe d'Huygens-Fresnel montre assez facilement ceci : bien que *chaque* particule réfléchisse et diffracte en tous sens les vibrations lumineuses, l'*ensemble* des particules du milieu ne diffracte pas sensiblement la lumière en dehors des directions de *rayons* correspondant aux ondes réfléchies et réfractées déjà définies.

» Le mécanisme précédent est surtout *cinématique*. Il m'a paru utile de n'introduire les considérations soit dynamiques, soit électromagnétiques, qu'au moment où la nature du problème l'exige absolument, de manière à rendre les raisonnements théoriques aptes à guider facilement les recherches. Je me propose de montrer que déjà à eux seuls les principes cinématiques présentés rapidement dans cette Note permettent de traiter avec précision et simplicité certains problèmes liés actuellement à des considérations dynamiques complexes, et de conduire parfois à des conséquences nouvelles. »

OPTIQUE. — *Sur la spectrophotométrie des lumières électriques.* Note de M. **Fernand Gaud**.

« Nous avons l'honneur de soumettre à l'Académie les résultats obtenus dans l'étude spectrophotométrique des lumières électriques à incandescence et à arc comparées à la lumière solaire.

» Ces données ont été obtenues en décomposant chacune de ces lumières par des écrans de couleurs homogènes et appréciant l'intensité des faisceaux transmis, au moyen d'un simple appareil photométrique Foucault ou Bunsen.

» Avec ce mode opératoire, les procédés sont considérablement simplifiés, et à condition d'être sûr de l'homogénéité parfaite des rayons transmis par l'écran, on peut compter sur des résultats peut-être plus exacts que par les spectrophotomètres.

» Nous nous sommes servi d'écrans en verres de couleur ; leur examen a été fait suivant le procédé de Frauenhofer : observation à travers un réseau de la lumière transmise par l'écran et mesure des angles de déviation des images. On a trouvé ainsi très exactement la longueur d'onde de la radiation de chaque écran.

» Ensuite on a disposé sur le photomètre les sources à comparer munies chacune de l'écran jaune et de manière à obtenir l'égalité d'éclairement pour la raie D. En substituant à l'écran jaune toute la série des écrans colorés, on était obligé chaque fois, pour assurer l'égalité d'éclairement, de modifier la distance de l'une des sources, distance qui, de L, devenait L_1, L_2, ...

» Les nombres $\left(\frac{L_1}{L}\right)^2$, $\left(\frac{L_2}{L}\right)^2$, ... mesurent le rapport photométrique des deux lumières pour chaque couleur considérée. Il a suffi de porter ces nombres en ordonnées avec, comme abscisses, les longueurs d'onde des couleurs correspondantes pour réaliser une courbe qui a donné la mesure exacte des rapports pour les raies principales du spectre. Ce sont ces rapports qui forment le Tableau ci-après :

Longueur d'onde.	$\frac{\text{Incandescence électrique}}{\text{Soleil}}$.	$\frac{\text{Arc électrique}}{\text{Soleil}}$.
800 μ	11,86	1,67
Raie A	4,88	1,37
» B	2,68	1,28

Longueur d'onde.	Incandescence électrique / Soleil	Arc électrique / Soleil
» C.	1,25	0,97
» D.	1,00	1,00
» E.	0,38	0,77
» F.	0,17	0,56
» G.	0,10	0,83
» H.	0,05	1,21

CHIMIE. — *Sur le poids atomique du métal dans le chlorure de baryum radifère* (¹). Note de Mme **Sklodowska Curie**, présentée par M. Becquerel.

« Nous avons publié antérieurement, M. Curie, M. Bémont et moi, un travail dans lequel nous avons montré que les composés de baryum extraits des minerais d'urane étaient doués d'une très grande radioactivité. En nous basant sur ce caractère de radioactivité nous avons émis l'opinion que le baryum actif contenait un élément nouveau, le *radium* (²).

» Les sels de baryum directement extraits des minerais d'urane ne se distinguent des sels de baryum extraits d'autres minerais que par leur radioactivité; ils ne donnent au spectroscope que les raies du baryum, et l'on trouve le poids atomique du baryum pour le métal.

» Par des méthodes de fractionnement convenables on peut concentrer la radioactivité de manière à obtenir des produits de plus en plus actifs.

» M. Demarçay a bien voulu étudier au spectroscope ces produits successifs. Il a pu ainsi découvrir et suivre l'apparition d'un spectre nouveau qui, dans les derniers produits examinés, a atteint la même intensité que celui du baryum.

» De mon côté j'ai déterminé le poids atomique du métal dans ces produits successifs. J'ai trouvé que le poids atomique du baryum fortement radioactif est plus fort que celui du baryum ordinaire et que cette différence croît en même temps que l'activité du produit.

» J'ai soumis à une cristallisation fractionnée 2^{kg} de chlorure de baryum radifère purifié qui ont été extraits d'une demi-tonne de résidus de minerai d'urane (³). Ce traitement a pour effet de concentrer la radioactivité dans

(¹) Ce travail a été fait à l'École municipale de Physique et de Chimie industrielles.

(²) *Comptes rendus*, décembre 1898.

(³) Une tonne de ces résidus a été gracieusement offerte pour nos recherches par

les parties les moins solubles. J'ai ensuite effectué sur le chlorure très actif obtenu quelques précipitations fractionnées par l'alcool; l'activité se concentre dans les parties précipitées.

» Le chlorure de baryum radifère ainsi obtenu est traité par l'hydrogène sulfuré pour éliminer la petite quantité de plomb qui s'y trouve; après cela il ne contient plus aucune impureté connue en quantité appréciable.

» J'ai déterminé le poids atomique du métal en dosant le chlore dans le chlorure anhydre par l'azotate d'argent. Le poids de chlorure employé était de $0^{gr},5$ environ.

» Chaque détermination du poids atomique du métal dans le chlorure actif était accompagnée, comme contrôle, d'une mesure analogue effectuée sur le chlorure de baryum inactif.

» L'activité du chlorure de baryum actif avant fractionnement était environ soixante fois plus grande que celle de l'uranium; mais pour obtenir une différence de poids atomique, il faut atteindre une activité plusieurs milliers de fois plus grande que celle de l'uranium.

» Dans le Tableau ci-après i désigne le courant électrique que produit le chlorure de baryum actif quand il occupe une surface circulaire de 2^{cm} de diamètre au centre d'un des plateaux d'un condensateur de dimensions suivantes : diamètre des plateaux, 8^{cm}; distance des plateaux, 3^{cm}. La différence de potentiel entre les plateaux était de 100 volts. Le courant que donne, dans ces conditions, l'uranium métallique est égal à $0,25 \times 10^{-11}$ ampères.

» J'ai désigné par a la radioactivité du chlorure actif, celle de l'uranium étant prise comme unité. C'est le rapport du courant électrique produit par le chlorure actif à celui que donnerait l'uranium dans les mêmes conditions.

» J'ai désigné par m le poids atomique du métal dans le chlorure radioactif et par Ba le poids atomique trouvé pour le baryum dans l'expérience de contrôle faite dans les mêmes conditions avec le chlorure de baryum inactif.

$i.10^{+11}$ ampères.	a.	m.	Ba.
750	3000	140,0	138,1
1170	4700	140,9	137,6
1870	7500	145,8	137,8

» On voit qu'il y a une différence très notable entre le poids atomique

---

le Gouvernement autrichien. Nous remercions à ce sujet M. Suess, Président de l'Académie des Sciences de Vienne, Correspondant de l'Institut de France, qui nous a prêté dans cette circonstance son bienveillant appui. Le traitement de ce minerai a été organisé par M. Debierne.

du baryum et celui du métal du dernier chlorure de baryum radifère soumis à l'expérience.

» Il est nécessaire de remarquer que les activités radiantes des chlorures de baryum radifères ont été mesurées pour chacun d'eux à l'état sec aussitôt après la préparation. En effet, la radioactivité de tous les composés de baryum radifères augmente encore très fortement pendant plusieurs jours après le passage de l'état de dissolution à l'état solide, soit par cristallisation (chlorure) soit par précipitation (sulfate, carbonate). Cette activité semble atteindre, au bout de quelques semaines, une valeur limite qui, pour les composés très actifs, peut être cinq ou six fois plus grande que la valeur initiale. Ce fait que nous connaissions, M. Curie et moi, mais que nous n'avions pas encore publié, a été décrit par M. Giesel pour les sels solubles ([1]).

» Le chlorure de baryum radifère dont le spectre vient d'être décrit par M. Demarçay ([2]) avait à l'origine une activité $a = 17000$ ([3]). Je n'ai pas encore eu assez de ce produit pour faire une mesure de poids atomique.

» L'étude spectrale de M. Demarçay et les expériences que je viens d'exposer semblent prouver que l'élément hypothétique que nous avons appelé *radium* existe effectivement et qu'il possède un poids atomique plus élevé que celui du baryum. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la préparation et les propriétés des phosphures de strontium et de baryum cristallisés.* Note de M. **A. Jaboin**, présentée par M. Henri Moissan.

« Les composés binaires définis du strontium et du baryum avec le phosphore n'ont pas encore été préparés jusqu'ici.

» On connaît, sous les noms de *phosphure de strontiane* et de *phosphure de baryte,* des corps de nature assez complexe obtenus par Dulong ([4]) et Dumas ([5]), par l'action de la vapeur de phosphore sur la strontiane ou la baryte caustique chauffée au rouge.

([1]) *Wied. Ann.*, t. LXIX, p. 91.

([2]) *Comptes rendus,* 6 novembre 1899.

([3]) C'est par erreur que nous avons indiqué à M. Demarçay le nombre 70000 comme valeur de l'activité initiale de ce produit.

([4]) Dulong, *Mémoires de Physique et de Chimie de la Société d'Arcueil,* t. III, p. 408.

([5]) Dumas, *Annales de Chimie et de Physique,* 2e série, t. XXXIII, p. 363.

» En utilisant le procédé indiqué par M. Moissan dans la préparation du phosphure de calcium au four électrique ([1]) nous avons pu réaliser la préparation des phosphures de strontium et de baryum cristallisés.

» Phosphure de strontium : *Préparation.* — Nous avons préparé le phosphure de strontium cristallisé en réduisant par le charbon, au four électrique, le phosphate de strontium pur. On prend : phosphate de strontium, 100 parties; noir de fumée, 22 parties.

» On mélange intimement et l'on fait des agglomérés, au moyen de l'essence de térébenthine. On chauffe ce mélange au four Perrot, puis on l'enferme ensuite dans un flacon bien sec.

» Ces agglomérés sont chauffés au four électrique, dans des creusets de charbon, pendant trois à quatre minutes, avec un courant de 950 ampères, sous 45 volts. La durée de la chauffe doit être bien observée, car une chauffe insuffisante fournirait un produit incomplètement réduit, et une chauffe trop prolongée donnerait un produit mélangé de carbure.

» On retire le creuset du four et on le recouvre immédiatement avec un disque de charbon pour éviter toute oxydation; on brise le creuset pour recueillir la substance, dès que la température le permet, et l'on conserve le produit dans des flacons à l'émeri bien bouchés, ou, mieux, dans des tubes scellés.

» M. Moissan, dans son étude sur le phosphure de calcium cristallisé, avait préparé ce corps en soumettant à l'action du four électrique le phosphure de chaux de P. Thénard placé dans un creuset de charbon. Par analogie, nous avons répété cette opération avec du *phosphure de strontiane;* nous avons obtenu un résultat identique.

» *Propriétés.* — Le phosphure de strontium se présente en fragments noirâtres à cassure cristalline brillante d'un rouge brun, qui s'altère assez rapidement à l'air humide. Il est presque toujours souillé de graphite et de carbure de strontium. Au microscope, le corps pulvérisé a l'aspect d'une poussière cristalline de couleur foncée exagérée par la présence de carbone disséminé dans la masse. Il est peu fusible, nous n'avons pu le fondre qu'au four électrique. Sa densité est de 2,68.

» L'hydrogène est sans action à la température du ramollissement du verre. Le phosphure de strontium brûle dans le chlore vers 30° : il se forme du chlorure de phosphore et du chlorure de strontium. Le fluor a une

---

([1]) H. Moissan, *Comptes rendus,* t. CXXVIII, p. 787 et *Ann. de Chim. et de Phys.*, 7e série, t. XVIII, p. 327.

action analogue à la température ordinaire; le brome réagit également à une température de 170°-175° et l'iode à une température voisine du rouge.

» Il brûle dans l'oxygène à une température supérieure à 300°; avec le soufre il se produit également une incandescence, mais il faut fournir une quantité de chaleur plus considérable.

» Le carbone déplace le phosphore à haute température pour donner du carbure de strontium ainsi que nous l'avons indiqué dans la préparation du phosphure.

» Au rouge, le sodium n'a pas d'action sur le phosphure de strontium.

» L'acide chlorhydrique gazeux l'attaque avec incandescence à une température inférieure au rouge; l'hydrogène sulfuré et l'ammoniac sont sans action dans les mêmes conditions.

» L'eau décompose à froid le phosphure de strontium pour donner un hydrate de strontiane et de l'hydrogène phosphoré gazeux.

» Quand la chauffe a été faible, le gaz dégagé est souvent spontanément inflammable et est quelquefois accompagné d'hydrogène; au contraire, il ne s'enflamme pas quand la chauffe a été poussée un peu loin, mais dans ce cas il y a dégagement d'acétylène. Ces réactions s'opèrent parfois violemment si le phosphure est en poudre.

» Les acides concentrés sont sans action. Avec l'acide azotique fumant, l'attaque est faible à froid, mais elle se produit lentement au bain-marie, avec dégagement de vapeurs nitreuses et de gaz souvent spontanément inflammable. L'acide sulfurique ne l'attaque que lorsqu'il est dilué.

» La benzine, l'essence de térébenthine, l'alcool absolu, l'éther n'agissent pas sur ce corps à la température ordinaire.

» Avec les oxydants il se produit souvent des attaques violentes; avec le chlorate de potasse, il y a une vive incandescence; le phosphure brûle dans le protoxyde et le bioxyde d'azote avec production de traces d'azoture.

» *Analyse.* — Le phosphure de strontium a été attaqué au bain-marie au moyen de l'acide azotique fumant : le strontium a été dosé à l'état de sulfate, en liqueur alcoolique, et le phosphore à l'état de phosphate-ammoniaco-magnésien.

» D'autre part, nous avons dosé le carbone par deux procédés : d'abord par la combustion de l'acétylène, qui s'était formé au contact de l'eau, au moyen de l'oxyde de cuivre chauffé au rouge; ensuite, par le procédé eudiométrique en décomposant le phosphure par l'eau, opérant la combustion du gaz dégagé par l'oxygène au moyen de l'étincelle électrique et absorbant, par la potasse, l'acide carbonique formé.

» Nous avons pu établir les rapports suivants, déduction faite des impuretés :

	1.	2.	3.	Théorie pour P^2Sr^3.
Sr...........	81,240	81,894	82,670	80,893
P...........	81,759	18,105	17,329	19,106

» PHOSPHURE DE BARYUM : *Préparation.* — Le phosphure de baryum cristallisé se prépare exactement comme celui de strontium en chauffant, pendant trois minutes, au four électrique, avec un courant de 950 ampères sous 45 volts; on emploie dans ce cas : phosphate de baryum, 100 parties; noir de fumée, 16 parties, préalablement mélangés et réduits en agglomérés, comme il a été indiqué précédemment.

» *Propriétés.* — Les propriétés du phosphure de baryum sont analogues à celles du phosphure de strontium. Il se présente sous forme de fragments noirâtres à cassure cristalline brillante. L'examen microscopique nous a montré que ce produit est d'un aspect identique au composé du strontium. Sa densité est de 3,183.

» Il ne brûle dans le chlore qu'à une température de 90°, et dans le brome que vers 260°-300°.

» *Analyse.* — L'attaque a été faite comme pour le phosphure de strontium, au moyen de l'acide azotique fumant : le baryum est dosé à l'état de sulfate dans la solution bouillante et le phosphore à l'état de phosphate ammoniaco-magnésien. Le carbone est dosé comme précédemment.

» Les proportions de baryum et de phosphore sont les suivantes, déduction faite des impuretés :

	1.	2.	3.	4.	Théorie pour P^2Ba^3.
Ba.......	86,409	86,502	87,686	87,636	86,892
P........	13,590	13,497	12,313	12,363	13,107

» CONCLUSIONS. — Nous avons donc préparé au four électrique, en réduisant par le charbon les phosphates correspondants, les phosphures de strontium et de baryum cristallisés, dont la formule est respectivement P^2Sr^3 et P^2Ba^3.

» Ces corps très stables, qui jouissent d'une grande activité chimique, ont la propriété de décomposer l'eau à la température ordinaire en donnant de l'hydrogène phosphoré et de l'hydrate de strontiane ou de baryte. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur le dosage du phosphore dans les composés organiques* (1). Note de M. Ch. Marie, présentée par M. H. Moissan.

« Au cours de recherches que je poursuis depuis quelque temps sur des composés organiques phosphorés, j'ai eu à effectuer un grand nombre de dosages de phosphore, et j'ai cherché à éviter l'emploi toujours désagréable du tube scellé. Pour cela il fallait trouver un procédé de destruction de la matière organique suffisamment énergique, procédé qui permît ensuite le dosage du phosphore par les méthodes ordinaires. Après différents essais je me suis arrêté à l'emploi du permanganate de potasse en solution nitrique. L'oxydation doit être conduite de la manière suivante :

» La substance à analyser est dissoute d'abord dans l'acide azotique concentré employé en excès : 15^{cc} à 20^{cc}, par exemple, pour une prise d'essai de 1^{gr}. Puis on chauffe au bain-marie et l'on projette une petite quantité de permanganate finement pulvérisé.

» Le permanganate se dissout, puis la solution rouge se décolore progressivement en même temps qu'il se précipite de l'oxyde de manganèse. On ajoute de nouveau du permanganate, on attend la décoloration, puis on continue ainsi jusqu'à ce que la solution reste franchement rouge pendant quelques minutes. Il est nécessaire que le permanganate ainsi ajouté représente au moins cinq à six fois le poids (2) de la matière organique. On laisse alors refroidir, puis goutte à goutte on verse une solution d'azotite de soude ou de potasse au dixième. L'oxyde de manganèse se dissout, puis brusquement la solution redevient limpide. On chauffe quelque temps à l'ébullition pour chasser les vapeurs nitreuses et l'excès d'acide azotique, puis on ajoute la solution molybdique en quantité calculée pour la quantité de phosphore supposée présente, soit environ 4^{cc} par milligramme de phosphore. A partir de ce moment le dosage rentre dans la méthode ordinaire à laquelle toutefois il convient d'ajouter les précautions suivantes :

» 1° Le phosphomolybdate précipité doit être lavé avec soin jusqu'à disparition totale du manganèse. On suit d'ailleurs facilement le lavage en chauffant un peu du liquide filtré avec du bioxyde de plomb qui transforme le manganèse en permanganate. Cette élimination du manganèse est importante, sans cela le phosphate ammoniaco-magnésien que l'on obtient par la suite pourrait l'entraîner avec lui, surtout si la solution ammoniacale restait longtemps à l'air.

» 2° Le précipité ammoniaco-magnésien doit être lavé soigneusement pour enlever tout le molybdène. Ce métal se recherche le plus facilement par la réaction suivante :

---

(1) Faculté des Sciences (laboratoire de Chimie appliquée).

(2) La quantité de permanganate employé doit être d'autant plus grande que la matière organique est plus difficile à oxyder, ce qui est le cas par exemple des composés cycliques.

au liquide ammoniacal qui passe on ajoute un excès d'acide chlorhydrique, quelques gouttes d'une solution de sulfocyanure d'ammonium et une grenaille de zinc. Le molybdène, dans ces conditions, donne une coloration rose très sensible, quoique disparaissant par le temps.

» Pour éprouver cette méthode, je l'ai comparée à la méthode ordinaire d'oxydation en tube scellé, et j'ai toujours obtenu d'excellents résultats, même dans le cas de composés extrêmement difficiles à oxyder, tels que l'acéto-diphosphite ammoniaco-calcique ([1]) qui exige, pour sa destruction, huit heures de chauffe à 200° avec de l'acide azotique fumant. Ce procédé s'applique, ainsi que je l'ai vérifié, aux glycérophosphates et simplifiera l'analyse de ces composés si répandus actuellement. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur de nouveaux composés asymétriques de l'azote obtenus par synthèse et doués du pouvoir rotatoire*. Note de MM. **W.-J. Pope** et **S.-J. Peachey**, présentée par M. Arm. Gautier.

« On chauffe l'iodure de l'α-benzylphénylallylméthylammonium, déjà préparé antérieurement par M. Wedekind (*Berichte*, t. XXXII, p. 517; 1899), avec une quantité équivalente de dextrocamphorosulfonate d'argent en suspension dans un mélange d'acétate d'éthyle et d'acétone. Après avoir enlevé par le filtre l'iodure d'argent qui se forme, on obtient par évaporation un résidu cristallin qui peut être séparé par des cristallisations fractionnées, dans le même dissolvant, en un dextrocamphorosulfonate peu soluble $Az(C^7H^7, C^6H^5, C^3H^5, CH^3)C^{10}H^{15}OSO^3$ et un second sel plus soluble formé par l'inverse optique du précédent.

» Le premier de ces sels possède, en solution dans l'eau, le pouvoir rotatoire $M_D = +208°$; le second, $M_D = -87°$.

» En ajoutant de l'iodure ou du bromure de potassium aux sels précédents, on obtient les solutions aqueuses de l'iodure ou du bromure des deux bases que l'on purifie par des cristallisations dans l'alcool.

» Les pouvoirs rotatoires observés pour ces quatre sels sont les suivants :

Iodure dextrogyre.................	$[\alpha]_D = +52°4$
Iodure lévogyre....................	$= -51°4$
Bromure dextrogyre...............	$= +68°6$
Bromure lévogyre..................	$= -67°3$

([1]) Bæyer et A. Hofmann, *D. ch. G.*, t. XXX, p. 1973.

» L'existence de ces deux composés actifs formés simultanément, et isolés grâce à leurs simples différences de solubilité, prouve surabondamment que, dans les composés ainsi formés par l'association autour de l'azote de quatre radicaux inactifs différents, le pouvoir rotatoire est bien dû à la disposition asymétrique des radicaux unis à cet élément. Cette extension de la théorie stéréochimique, à savoir la production du pouvoir rotatoire grâce à l'asymétrie créée autour de l'atome d'azote, est entièrement de M. Le Bel (*Comptes rendus*, t. CXVII, p. 724; 1891) qui a dû récemment défendre ses conclusions (*Comptes rendus*, t. CXXIX, p. 548; 1899) contre les objections de MM. Markwald et von Droste-Huelschoff (*Berichte*, t. XXXII, p. 560). »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur l'absorption de l'iode par les végétaux*. Note de M. **P. Bourcet**, présentée par M. Armand Gautier [1].

« Les plantes diverses cultivées sur un même sol absorbent en proportions différentes les diverses substances minérales que ce sol peut contenir. Bunsen observait il y a longtemps que certaines espèces végétales peuvent enlever du rubidium à des terrains dans lesquels ce métal est tellement disséminé que l'analyse spectrale ne permet pas de le reconnaître. Grandeau a fait une remarque analogue pour le lithium et le césium. J'ai pensé que certains végétaux devaient absorber, dans le sol ou dans les eaux, l'iode nécessaire à la structure de leurs protoplasmas et peut-être à l'accomplissement de fonctions spéciales. Mais, comme des expériences portant sur un nombre considérable d'espèces et de genres m'auraient entraîné trop loin, j'ai limité ces premières recherches à un certain nombre de plantes comestibles, mon intention étant d'étudier en même temps comment l'iode s'introduit, par l'alimentation, dans l'économie animale.

» Plusieurs mètres cubes de terre furent bien pelletés, et ce mélange rendu homogène par des tamisages successifs. Cinq échantillons, pris au hasard dans la masse parfaitement brassée, firent trouver une teneur moyenne en iode de $0^{mgr},83$ par 100 kilogrammes. Cette terre fut disposée en plates-bandes sur lesquelles on sema un certain nombre de graines. Les végétaux furent récoltés au fur et à mesure de leur maturité et l'iode y fut

---

[1] Travail du laboratoire de M. le professeur Armand Gautier à l'École de Médecine.

dosé par la méthode que j'ai déjà décrite (*Comptes rendus*, t. CXXVIII, p. 1120).

» Voici les résultats auxquels je suis arrivé :

		Milligrammes par kilogramme.
Solanées	Solanum tuberosum (Pomme de terre)	0,000
	Lycopersicum esculentum (Tomate)	0,07
	Solanum melongena (Aubergine)	0,01
Cucurbitacées	Cucumis sativus (Concombre)	0,012
	Cucumis sativus (Cornichon)	0,00
	Cucumis melo (Melon)	0,06
	Cucurbita maxima (Potiron)	0,017
Crucifères	Raphanus sativus (Petite rave)	0,18
	Brassica napus (Navet)	0,24
	Brassica ? (Raves)	0,16
	Raphanus ? (Radis noir)	0,00
Chénopodées	Beta rapa (Bette rouge)	0,14
	Beta cycla (Côtes de bette)	0,38
	Spinacia oleracea (Épinard)	0,021
Légumineuses	Faba vulgaris (Fève)	0,14
	Phaseolus? (Haricots verts)	0,32
	Phaseolus? (Haricots de Soissons)	0,013
	Pisum sativum (Pois verts)	0,084
Liliacées	Allium sativum (Ail)	0,94
	Allium cepa (Oignon)	0,28
	Allium porrum (Poireau)	0,12
Polygonées	Rumex acetosa (Oseille)	0,047
Ombellifères	Scandix cerfolium (Cerfeuil)	0,14
	Petroselinum sativum (Persil)	0,00
	Daucus carotta (Carotte)	0,00
Synanthérées	Lactuca sativa (Laitue)	0,096
	Cichorium nitybus (Chicorée)	0,000
	Cichorium augustifolium (Escarole)	0,000

» Ce Tableau démontre que, dans des conditions identiques de terrain, d'humidité, d'exposition, certaines plantes absorbent beaucoup plus d'iode que d'autres, et que quelques-unes même n'en absorbent pas trace. Malheureusement mes expériences ont porté sur un nombre trop restreint de végétaux pour pouvoir définir les conditions multiples qui président à cette absorption. Elles ont pourtant été suffisantes pour montrer que certaines familles, les Liliacées et les Chénopodées par exemple, accumulent beaucoup plus d'iode que certaines autres, les Solanées ou les Ombellifères. On voit aussi que dans un même genre végétal l'absorption de ce

métalloïde varie avec chaque variété : les Synanthérées et les Crucifères en offrent des exemples bien expressifs.

» Dans une prochaine Note, je me propose de montrer que ce phénomène de sélection spécifique de l'iode se produit aussi dans les divers organes d'une même espèce animale. »

ZOOLOGIE. — *Sur la morphologie et l'évolution sexuelle d'un Epicaride parasite des Balanes* (Hemioniscus balani *Buchholz*). Note de MM. **Maurice Caullery** et **Félix Mesnil**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Les Epicarides constituent un ensemble d'Isopodes parasites sur d'autres Crustacés. Si, grâce à divers travaux, et surtout à ceux de MM. Giard et J. Bonnier, leur morphologie, modifiée d'une façon profonde et variée par le parasitisme, commence à être bien connue pour quelques familles, celles en particulier que l'on rencontre chez les Podophthalmes (*Bopyridæ, Entoniscidæ, Dajidæ*), elle reste encore assez obscure pour les Epicarides des Edriophthalmes et des Entomostracés, tantôt réunis en un seul groupe, les *Cryptoniscidæ*, tantôt subdivisés en plusieurs familles (*Podasconidæ, Cabiropsidæ, Cyproniscidæ, Cryptoniscidæ*).

» Nous avons rencontré en très grande abondance, à la Hague (Manche), un de ces derniers types, parasite des Balanes (*Balanus balanoïdes*), décrit et soigneusement étudié autrefois par Buchholz (¹) sous le nom d'*Hemioniscus balani* et que Kossmann (²) a revu depuis (³).

» Le *mâle* a la forme typique chez les *Cryptoniscidæ* et que l'on retrouve d'ailleurs transitoirement (larve dite *cryptonicienne*) dans l'évolution des autres Épicarides. C'est un petit Isopode à faciès libre. La *femelle* provient d'une larve semblable dont la *partie antérieure* (la tête et les quatre premiers anneaux thoraciques) *ne subit pas de modifications*, et dont le reste du corps perd ses appendices pour devenir un énorme sac résultant surtout de l'hypertrophie des trois derniers somites thoraciques et se prolongeant par sept lobes (six lobes thoraciques latéraux et l'abdomen

(¹) *Zeitschr. für wiss. Zool.*, t. XVI, p. 303-327.

(²) *Sitzungsber. d. k. preuss. Ak. d. Wiss. Berlin*, t. XXII, p. 457-473; 1884.

(³) Nous conservons à cet animal le nom générique d'*Hemioniscus* pour des raisons que nous exposerons ailleurs. On l'a souvent fait rentrer dans le genre *Cryptothir*, créé par Dana (*U. S. Explor. Exped.*, *Crustacea*, t. II, p. 801) pour un parasite d'un autre Balanide (*Creusia*) des îles Fiji dont il n'a vu que le mâle, qu'il a très sommairement décrit.

postérieur). A l'état adulte, ce sac est rempli par les embryons en voie de développement. Les diverses étapes de la métamorphose ont été bien décrites par Buchholz. Kossmann, ensuite, a conclu de ses observations que les mâles et les femelles ne constituaient pas deux séries d'individus distincts, mais que les femelles résultaient de la transformation des mâles eux-mêmes. Les Cryptonisciens seraient, d'après lui, hermaphrodites protandriques.

» Nous avons pu préciser sur bien des points les faits établis par nos prédécesseurs et combler les lacunes laissées par eux. Nous nous bornons ici à résumer ceux de nos résultats qui ont une portée morphologique générale.

» Nous avons d'abord rectifié une erreur d'interprétation assez importante par les déductions qui en ont été tirées, soit chez les Cryptonisciens, soit chez les autres Epicarides. Elle concerne les glandes que Buchholz (*loc. cit., fig.* 3) appelle *kittdrüsen* et qu'il considère comme un appareil annexe de l'organe génital. Kossmann y avait vu le reste des testicules chez les femelles. C'était pour lui la preuve positive de l'hermaphrodisme des Cryptonisciens. Or, c'est là un système glandulaire formé de grandes cellules, à noyaux énormes et riches en granules chromatiques (que Kossmann a cru être des spermatozoïdes), mais qui n'a aucun rapport avec l'appareil génital. Il est bien développé chez le mâle, où il forme à l'intestin un revêtement latéral presque continu et où il est complètement indépendant des testicules. On ne peut rien inférer de cet organe relativement à l'hermaphrodisme; il est très probablement lié à la fonction digestive.

» L'hermaphrodisme successif protandrique n'en est pas moins réel chez *Hemioniscus* (et très probablement général chez les Cryptonisciens), mais nous sommes les premiers à en apporter une preuve positive indiscutable. Nous avons, en effet, étudié une série complète des stades de transformation de l'*Hemioniscus* depuis le mâle jusqu'à la femelle adulte. Or, dès le moment où les glandes génitales mâles se vident, leur paroi antéro-interne prolifère et donne ainsi naissance à l'ovaire que l'on voit se développer graduellement aux stades suivants. Les ovaires et les oviductes (qui se forment indépendamment par des invaginations ectodermiques) sont déjà nettement reconnaissables sur des individus que rien ne distingue extérieurement des mâles et qui, d'ailleurs, possèdent encore, en place, les testicules et leurs orifices externes. La dégénérescence du testicule paraît s'effectuer sous forme pigmentaire et avec le concours de processus phagocytaires. Cet hermaphrodisme est de même nature que celui découvert par Bullar et par P. Mayer chez d'autres Isopodes (Cymothoadiens).

» Le développement de la chambre incubatrice nous a fourni des résultats intéressants au point de vue général. Les auteurs antérieurs n'avaient pu le suivre ou l'avaient faussement interprété. La chambre incubatrice joue un rôle capital dans la morphologie des Épicarides. Elle est extérieure à l'animal et constituée soit par un système de lamelles dépendant des appendices thoraciques, soit par des replis latéraux du corps. Il y circule un actif courant d'eau assurant la respiration des embryons. *Chez l'*Hemioniscus, *au contraire, elle est toujours complètement close,* ce qui constitue une différence physiologique de première importance. D'autre part, son mode de formation est jusqu'ici sans analogue. Vers la fin de l'ovogénèse, on voit se différencier, à la face ventrale, à hauteur du cinquième anneau thoracique, à partir de la ligne médiane, une zone cordiforme suivant laquelle l'ectoderme s'épaissit énormément par bourgeons pleins, vers l'intérieur. Ce plastron s'étend latéralement jusqu'aux orifices externes des oviductes qu'il englobe. Il s'y creuse ensuite, *par délamination,* une cavité qui n'est autre que la future cavité incubatrice, et dans laquelle débouchent maintenant les oviductes (où sont accumulés les spermatozoïdes déposés par le mâle). A la ponte, les œufs sont fécondés lors de leur passage dans les oviductes et arrivent directement dans la chambre incubatrice sans avoir été en contact avec l'extérieur. A mesure de la croissance des embryons, cette chambre prend un développement de plus en plus grand en refoulant le cœlome auquel elle arrive à se substituer.

» La structure des ovules et leur mode de développement sont influencés, corrélativement aux dispositions précédentes, d'une façon considérable.

» Alors que les divers Isopodes, et en particulier les divers Épicarides, ont des œufs riches en vitellus pigmenté, ceux d'*Hemioniscus* sont petits (50^{μ} à 60^{μ} de diamètre), peu pigmentés, presque entièrement alécithes. Leur segmentation aboutit à une blastula pleine qui se gonfle pour devenir un embryon sphérique *creux* au lieu de la gastrula à masse endodermique vivement colorée. L'œuf d'*Hemioniscus* offre donc, comparativement à celui des autres Épicarides, des rapports analogues à celui des Mammifères par rapport à celui des Sauropsidés et, pour une raison analogue, la viviparité.

» Dans la suite de l'embryogénie, l'embryon acquiert assez vite, sauf en ce qui regarde la masse endodermique, l'apparence caractéristique de ceux des autres Épicarides; mais il ne se pigmente que très tardivement. Il éclôt sous la forme habituelle, rappelant un petit sphérome. Notons que cette première larve d'*Hemioniscus* est aveugle et qu'elle rappelle dans ses

détails très étroitement celle des *Podasconidæ* (existence d'un long tube anal, similitude des six paires de péréiopodes, soies en éventail du propodite de ces derniers, etc.). Au contraire, elle s'écarte par ces diverses particularités de celle des *Cryptoniscus*.

» Nous nous bornons à ces indications que nous développerons ailleurs. Elles suffisent à montrer que l'*Hemioniscus* est une forme très intéressante dans les Épicarides, plus spécialisée qu'aucune autre à certains égards, comme par exemple en ce qui concerne sa cavité incubatrice et son embryogénie. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur l'hygrométricité des graines.* Note de M. L. **Maquenne**, présentée par M. Dehérain.

« A l'état normal toutes les graines renferment une certaine quantité d'eau, libre ou faiblement combinée, qui varie considérablement avec les espèces, mais reste à peu près constante pour chacune d'elles, dans les mêmes conditions.

» Lorsque le milieu dans lequel elles séjournent vient à se modifier, la proportion d'eau, déterminée par la perte de poids à l'étuve, peut subir des variations sensibles; elle augmente lorsque l'atmosphère devient plus humide ou que la température s'abaisse, et c'est ainsi, par exemple, que les blés d'Afrique s'alourdissent à la suite de leur importation en France.

» Ces faits, qui sont connus depuis longtemps, montrent que la faculté de retenir l'eau, chez les graines, est en rapport avec l'état hygrométrique de l'air, comme chez les corps inertes, mais on ne sait encore rien de précis sur la nature intime de cette relation, surtout en ce qui concerne la vitalité des semences.

» C'est en vue de jeter quelque lumière sur cette question intéressante que j'ai essayé d'abord de soumettre certaines espèces de graines à l'action de hauts vides, en présence ou non de matières desséchantes.

» On s'est servi, dans ces recherches, d'une trompe spéciale à deux chutes conjuguées, l'une de 1^{mm}, l'autre de $2^{mm},7$ de diamètre intérieur; la première extrait directement les gaz du récipient à vider et les envoie à la seconde, qui les chasse définitivement au dehors. Par suite de cette disposition, sur laquelle l'étendue de cette Note ne me permet pas de m'étendre davantage, l'appareil entraîne la vapeur d'eau aussi facilement que l'air et donne le vide isolant dans des vases humides aussi bien que dans des vases secs; on peut d'ailleurs y adjoindre, sans inconvénient, un tube à

baryte anhydre, si l'on désire que la dessiccation se poursuive pendant les arrêts et notamment pendant la nuit.

» Les graines mises en expérience étaient contenues dans des ampoules soudées sur la trompe, sans raccords ni robinets d'aucune sorte, et maintenues par un bain d'eau à température constante.

» On a reconnu ainsi que, pour les espèces faciles à dessécher comme les graines oléagineuses, la perte de poids à 45°, sous un vide voisin du centième de millimètre, est sensiblement égale à celle que l'on observe dans l'étuve, à 110°.

» A une température plus élevée, la perte peut devenir plus grande : égale à 6,05 pour 100 en moyenne pour le ricin, séché à 45° dans le vide ou à 110° sous la pression ordinaire, elle a atteint 6,57 pour 100 pour des graines semblables, maintenues pendant trois heures à 80° et encore pendant deux heures à 90° dans le vide sec.

» Il est vrai que dans ce dernier cas les graines paraissent avoir subi un commencement d'altération, car elles n'ont plus germé qu'avec lenteur et n'ont fourni que des plantes chétives, incapables d'utiliser la totalité de leurs réserves.

» On peut conclure de là, au moins pour l'espèce précitée, que l'eau qui se sépare d'une graine lorsqu'on la dessèche à l'étuve y préexistait bien sous cette forme et ne résulte pas, comme on aurait pu le supposer, de quelque réaction chimique intéressant ses principes essentiels.

» Lorsqu'on répète l'expérience dans le vide simple, sans desséchant, le départ de l'air précède nécessairement celui de l'eau et il arrive un moment, facile à reconnaître d'après la marche de la trompe, où la pression résiduelle est uniquement due à la vapeur émise par les graines qui commencent à se dessécher; en mesurant cette tension au cathétomètre j'ai reconnu qu'elle est constante pour toutes les espèces étudiées, à la seule condition que les graines aient été conservées au préalable dans la même atmosphère et à la même température.

	Eau pour 100.	Tension de vapeur à 20°.
		mm
Ricin	5,97	11,04
Colza	7,04	10,96
Pois	10,56	11,10
Lentilles	10,84	11,10
Blé de printemps	11,69	11,16

» Les graines se mettent donc, comme les corps inertes, en équilibre

d'humidité avec le milieu dans lequel elles se trouvent; d'où cette conséquence déjà signalée qu'elles doivent varier de poids lorsque l'état hygrométrique de l'air change et aussi que leur dessiccation doit devenir totale dans un vide suffisamment avancé. C'est en effet ce que l'on observe, bien qu'en général il soit difficile d'arriver jusqu'à la limite, à cause du temps considérable que nécessite l'expérience : au moins quatre jours pour les graines oléagineuses et environ trois semaines pour les céréales, à la température de 45°.

» La dessiccation dans le vide s'effectue d'ailleurs d'une manière progressive et sous une tension régulièrement décroissante; ce fait ressort nettement d'une expérience faite avec 5 graines de ricin, que l'on a soumises au vide sans desséchant, à la température ordinaire, qui était voisine de 15°. En dix jours, la trompe ayant fonctionné pendant trente-quatre heures, la tension de la vapeur d'eau s'est abaissée de $5^{mm},2$ à $0^{mm},7$ sans qu'on ait pu saisir aucun temps d'arrêt comparable à ceux qui caractérisent les phénomènes de dissociation; à la fin de l'expérience, les graines avaient perdu 3,84 pour 100 de leur poids, soit les deux tiers environ de la perte correspondant à une dessiccation totale.

» En présence de ces résultats, qui conduisent à envisager les graines comme de simples corps hygroscopiques, on peut se demander si l'eau qu'elles renferment intervient d'une manière quelconque dans la conservation de leur énergie vitale et en particulier dans les échanges gazeux qui s'accomplissent encore dans la vie ralentie; c'est une question sur laquelle je me propose de revenir prochainement, si l'Académie veut bien me le permettre. »

MINÉRALOGIE. — *Sur l'origine de la symétrie dans les corps cristallisés et du polymorphisme.* Note de M. **Fréd. Wallerant**, présentée par M. Fouqué.

« On explique facilement la symétrie des corps cristallisés en partant de la particule complexe et en montrant que les éléments de symétrie de cette dernière doivent se retrouver dans le réseau, autant que cela est possible, et, par suite, dans le corps cristallisé. En m'appuyant sur une théorie des groupements cristallins, que j'ai publiée récemment, je crois pouvoir expliquer l'origine de la symétrie de cette particule complexe, et, par suite, l'origine du polymorphisme. La théorie du polymorphisme

repose, en effet, sur deux faits d'observations : la constance du réseau et de la densité. On l'explique en admettant que les particules fondamentales sont susceptibles de prendre deux ou plusieurs orientations différentes correspondant à autant de positions d'équilibre. Mais il n'est pas possible de montrer pourquoi le réseau reste le même, pourquoi les éléments de symétrie d'une forme faisant défaut dans une autre sont des éléments de symétrie des groupements de cette dernière.

» J'ai montré que, si les cristaux possédaient la symétrie de leur particule complexe, en outre ils se groupaient symétriquement par rapport aux éléments limites de cette particule et j'ai été amené à distinguer deux sortes de groupements : les groupements parfaits se produisant lorsque les éléments limites font rigoureusement entre eux et avec les éléments réels les angles que font les éléments de symétrie d'un polyèdre. Dans ce cas, en effet, si l'on prend les symétriques d'un cristal par rapport aux différents éléments limites on retombe forcément sur l'orientation primitive; le nombre des cristaux est limité et leur orientation est indépendante de l'ordre dans lequel on fait intervenir les éléments de symétrie. Dans les groupements imparfaits, au contraire, les éléments limites ne forment pas entre eux les angles des éléments d'un polyèdre, on ne retombe pas sur l'orientation primitive, le nombre des cristaux est indéterminé, et leur orientation dépend de l'ordre dans lequel on fait intervenir les éléments limites. Mais dans la nature il y a passage graduel entre ces deux modes de groupements : si les angles des éléments limites diffèrent peu de ce qu'ils sont dans un polyèdre, le groupement comprend le même nombre de cristaux que le groupement parfait correspondant. Mais alors il peut se produire plusieurs groupements très voisins, en ce qu'ils ont la même symétrie totale, c'est-à-dire le même ensemble d'éléments réels et limites. Mais les éléments réels de l'un peuvent être des éléments limites de l'autre et inversement. Ainsi la particule complexe de la chabasie possède un axe ternaire limite et trois plans de symétrie limites faisant entre eux des angles légèrement différents de 120°. Ces trois plans ne sont pas identiques et l'on peut les distinguer par leur position relative à l'ellipsoïde d'élasticité optique. Or les cristaux de chabasie se groupent généralement par six et donnent des groupements qui n'ont pour plan de symétrie réel que l'un des plans précédents et, par suite, un axe binaire perpendiculaire. Mais tantôt c'est l'un, tantôt c'est l'autre des plans limites de la particule complexe qui devient un plan réel du groupement. Il y a donc trois groupements, qui ne sont pas identiques, mais qui ont tous un axe ternaire

limite, un plan réel, deux plans limites, un axe binaire réel et deux axes binaires limites.

» Ceci posé, la particule complexe est formée de particules fondamentales, dépourvues de symétrie, mais on conçoit très bien qu'au point de vue mécanique elles puissent avoir des éléments de symétrie approchés. Si l'on réfléchit que les actions s'exercent à distance, on comprend qu'elles puissent agir à peu près de même sur deux points diamétralement opposés par rapport à leur centre de gravité, autrement dit qu'elles aient un centre limite. De même, elles auront un axe limite, un plan limite, si elles exercent des actions à peu près identiques sur les points symétriquement placés par rapport à une droite, à un plan. Or si la symétrie approchée au point de vue géométrique entraîne le groupement des cristaux, cela tient simplement à ce qu'elle a pour conséquence une symétrie approchée au point de vue mécanique. Par conséquent cette symétrie approchée des particules fondamentales suffira pour les amener à se grouper symétriquement par rapport aux éléments limites et ainsi se produira la particule complexe possédant une symétrie réelle.

» Or deux cas peuvent se présenter. Ou bien les éléments limites de la particule fondamentale font entre eux les angles des éléments d'un polyèdre et il se produira alors un groupement parfait, complètement déterminé et unique. Il n'y aura donc pas de polymorphisme, tant que les conditions extérieures restent les mêmes, tant que la particule fondamentale n'est pas modifiée. Au contraire les éléments limites de la particule fondamentale peuvent faire entre eux des angles différant de ceux des éléments d'un polyèdre, et alors la particule complexe, tout en comprenant le même nombre de particules fondamentales, pourra avoir des symétries réelles différentes. Les particules complexes résultantes différeront cependant peu les unes des autres et surtout elles auront la même symétrie totale, c'est-à-dire que les éléments réels de l'une faisant défaut dans l'autre s'y retrouveront à l'état d'éléments limites. Il en résultera donc que les réseaux seront identiques, ou tout au moins différeront fort peu, et en outre les éléments réels d'une forme faisant défaut dans une autre seront les éléments réels des groupements de cristaux de cette dernière.

» Nous n'avons pas recherché l'origine dans la particule fondamentale, d'éléments limites au point de vue mécanique. Or il est tout naturel d'admettre qu'elle est due à l'existence d'une symétrie limite au point de vue géométrique et alors on peut reporter à la molécule chimique elle-même le raisonnement proposé au sujet du groupement des particules fondamen-

tales. La symétrie des corps cristallisés serait ainsi le résultat d'étapes successives transformant progressivement les éléments limites en éléments réels : les molécules chimiques, exerçant sur les points extérieurs des actions se répartissant à peu près symétriquement par rapport à certains éléments, se groupent en particules fondamentales ayant des éléments limites au point de vue géométrique, et celles-ci se groupent à leur tour en particules complexes ayant une symétrie réelle. Enfin les éléments limites subsistant dans les particules complexes sont les éléments des groupements des cristaux.

» A propos du polymorphisme, j'ai supposé que les particules fondamentales étaient identiques dans les différentes formes d'une même espèce minérale; mais il ne faut pas oublier que, si les conditions extérieures viennent à varier, si, par exemple, la température change, les particules fondamentales se modifient : les angles de leurs éléments limites changent, ainsi que leur degré d'approximation. Il en résulte que la symétrie de la particule complexe peut varier par la transformation d'éléments limites en éléments réels, et inversement. »

PHYSIOLOGIE. — *Des relations existant entre les actions diurétiques et les propriétés osmotiques des sucres* (¹). Note de MM. **E. Hédon** et **J. Arrous.**

« On sait par les expériences de Moutard-Martin et Ch. Richet (*Arch. de Physiol.* 1881) que les sucres possèdent en injection intraveineuse des propriétés diurétiques extrêmement énergiques.

» L'un de nous a repris ces expériences pour déterminer dans tous leurs détails les conditions de cette diurèse. Il ressort de cette étude : 1° que les sucres ne sont toxiques qu'à des doses extrêmement élevées et qu'on peut impunément en injecter de grandes quantités dans les vaisseaux sans amener d'accidents ni immédiats, ni consécutifs; 2° qu'il existe une dose et une concentration optima à laquelle la polyurie provoquée est maximum (pour le glycose 10gr par kilogramme d'animal, en solution à 25 pour 100); 3° qu'il y a un rapport relativement fixe entre la quantité de liquide injectée et la quantité de liquide éliminée (rapport que nous désignons sous le nom de *coefficient diurétique*); 4° que pour une même dose et une même dilution les diverses sortes de sucres ont une activité diurétique différente.

(¹) Travail du laboratoire de Physiologie de la Faculté de Médecine de Montpellier.

» Cette dernière notion, qui jusqu'ici ne paraît avoir été envisagée par aucun expérimentateur, se dégage très nettement des expériences comparatives que nous avons faites d'abord avec les sucres les plus usuels et que nous avons étendues ensuite à toute la série des alcools polybasiques. Pour comparer les sucres entre eux au point de vue de leur action diurétique, nous pouvons nous appuyer sur la donnée du coefficient diurétique. En effet, ce coefficient, que nous désignerons désormais, pour abréger, par la lettre D, est, entre certaines limites, indépendant de la quantité de sucre injectée et relève uniquement de la nature du sucre et du titre de la solution employée. Ainsi pour le glycose, ou solution à 25 pour 100, $D = 2,8$ en moyenne pour toutes les doses comprises entre le seuil de l'action diurétique jusqu'à des doses de 10^{gr} par kilogramme et même au-dessus. Il est donc facile de calculer *a priori* la quantité d'urine que doit rendre un animal auquel on injecte un volume déterminé de la solution sucrée à 25 pour 100. Mais ce coefficient varie avec la dilution. Ainsi, pour le glycose, il devient 4,8 pour 100 à 50 pour 100, et 1 pour 100 à 10 pour 100, c'est-à-dire qu'il s'élève et s'abaisse avec les concentrations. Pour appliquer la notion du coefficient diurétique à une étude comparative de la diurèse produite par les différents sucres, il faut donc comparer les effets de solutions de même concentration. Or, en employant la solution à 25 pour 100, $D = 2,8$ pour le glycose, 2,4 pour le lévulose et le galactose, 2 pour le saccharose, 2,2 pour le lactose et le maltose. Il y a donc une différence très notable entre les différents sucres : ainsi, 40^{cc} d'une solution de glycose à 25 pour 100 amène l'élimination de $40 \times 2,8 = 112^{cc}$; un volume égal de la solution de sucre de canne à 25 pour 100 donne seulement $40 \times 2 = 80^{cc}$.

» Si maintenant l'on remarque que pour les sucres qui viennent d'être énumérés les coefficients les plus forts appartiennent à des hexoses et les plus faibles à des saccharoses, il est naturel de penser que les différences d'activité diurétique de ces sucres sont en rapport avec les différences de leurs poids moléculaires et de leur pression osmotique, relation déjà signalée d'ailleurs par Limbeck pour différents sels. Effectivement, en déterminant, par la méthode de Hamburger, les concentrations isotoniques de ces sucres, nous avons trouvé 5 pour 100 pour le sucre de canne, le lactose, le maltose, et 2,6 pour 100 pour le glycose, le lévulose, le galactose. La relation entre les effets diurétiques et la tension osmotique des sucres ressort avec encore plus d'évidence, si l'on compare aux sucres précédents d'autres sucres de poids moléculaire plus fort ou plus faible; on voit leur

activité diurétique suivre exactement l'ordre de leur classement. Ainsi le raffinose (trihexose) est peu diurétique (D = 0,9) et possède une tension osmotique faible (coeff. isotonique = 7,5), et pour des hydrocarbonés plus condensés (dextrine) la diurèse est à peu près nulle. Par contre, pour un pentose, l'arabinose, D s'élève à 3,4, le coefficient isotonique étant 2,2; et avec l'érythrite, alcool tétrabasique, dont le coefficient isotonique est 1,8, D atteint 4. Mais l'érythrite marque la limite supérieure de la série, car l'alcool tribasique qui le précède immédiatement, la glycérine, a une activité diurétique bien plus faible et, de plus, détruit les globules rouges à n'importe quelle concentration. Il en est de même du glycol, alcool bibasique.

» On remarquera qu'en multipliant les poids moléculaires des divers sucres par le même coefficient $\frac{4,5}{100}$, on arrive exactement, ou à très peu près, aux valeurs des coefficients isotoniques obtenues expérimentalement.

» D'autre part, en étudiant les divers sucres au point de vue de leur équivalent endosmotique dans des conditions rendant les observations comparables, nous avons trouvé encore, à ce point de vue, de notables différences, également en rapport avec les différences d'action diurétique. Ces équivalents étaient : saccharose 8,5; raffinose 11,2; glycose 5,3; érythrite 3,8.

» *On voit donc que l'activité diurétique des sucres croît en raison directe de leur tension osmotique et en raison inverse de leurs poids moléculaires.*

» Si des sucres ayant le même poids moléculaire et la même pression osmotique ne possèdent pas cependant exactement le même coefficient diurétique, cela tient vraisemblablement, entre autres facteurs, à ce qu'il existe entre eux des différences dans les quantités consommées par l'organisme pendant le temps de la diurèse. On peut penser aussi à d'autres causes se rattachant à la structure moléculaire des sucres; ainsi la mannite dont le poids moléculaire (182) est très voisin de celui du glycose (180), a cependant un coefficient diurétique plus élevé (3,2); or, de ces deux sucres, le premier possède une fonction alcool, le second une fonction aldéhyde. Pour ces mêmes motifs on ne saurait parvenir à égaliser tous les coefficients diurétiques en injectant les divers sucres en concentration isotonique, c'est-à-dire en variant les solutions de façon que chacune d'elles renferme le même nombre de molécules, bien que dans ces conditions ces coefficients se rapprochent. Ainsi, pour une solution de saccharose à 50 pour 100, D s'élève à 4, mais il s'en faut de beaucoup qu'on atteigne ce chiffre avec une solution de glycose à 27 pour 100.

» La toxicité des sucres paraît aussi d'une manière générale en rapport avec leurs poids moléculaires, de telle sorte que les plus diurétiques sont aussi les plus toxiques. Car si l'équivalent toxique du sucre de canne s'élève jusqu'à 30^{gr}-35^{gr} par kilogramme d'animal (toxicité immédiate), celui du glycose chimiquement pur est 20^{gr}-25^{gr}; et avec l'arabinose et l'érythrite, la dose de 5^{gr} par kilogramme tue généralement les animaux dans les vingt-quatre heures. L'absence certaine de tout accident après injection intraveineuse de doses modérées (5^{gr}-10^{gr} par kilogramme) de glycose, saccharose, lactose ou solution à 25 pour 100, nous a enhardis à pratiquer de telles injections chez l'homme dans le but de provoquer une diurèse intense et immédiate. Les résultats en ont été entièrement satisfaisants, et il n'est pas douteux pour nous que ces injections intravasculaires de sucres ne soient appelées à rendre de grands services en Thérapeutique dans certains cas. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur la lipase à l'état pathologique.* Note de MM. **Ch. Achard** et **A. Clerc**, présentée par M. Lannelongue.

« Parmi les ferments du sang, le ferment saponifiant des graisses ou *lipase*, étudié par M. Hanriot, est celui qui se prête le mieux aux recherches cliniques. Son activité, en effet, se laisse facilement mesurer, avec une précision suffisante et au moyen d'une petite quantité de sérum. En suivant le procédé indiqué par M. Hanriot, c'est-à-dire en faisant agir le sérum sur la monobutyrine en solution exactement neutralisée, et en opérant à 37°, nous avons trouvé qu'à l'état normal la moyenne de l'activité lipasique du sérum humain est de 18, d'après les chiffres variant de 16 à 20, obtenus chez six sujets qu'on pouvait considérer comme étant en bon état de santé.

» En étendant nos recherches à divers malades, nous avons pu constater de grandes variations en plus ou en moins. Pour fixer les idées, nous dirons que le sérum est *ortholipasique* quand le taux de son activité se trouve compris entre 15 et 20, *hyperlipasique* quand ce taux s'élève au-dessus de 20, *hypolipasique* quand il est inférieur à 15.

» Le groupe de l'hyperlipasie, dans lequel le taux varie de 20 à 30, compte, sur 9 sujets, 7 diabétiques, 1 obèse et 1 myxœdémateux. L'exagération de l'activité lipasique paraît donc fréquente dans le diabète; elle n'est pas liée cependant à l'insuffisance glycolytique, c'est-à-dire à l'inca-

pacité où se trouvent les tissus de fixer et d'utiliser le glycose, car nous avons constaté cette insuffisance glycolytique chez des sujets n'ayant pas d'hyperlipasie, et tous les diabétiques ne sont pas non plus hyperlipasiques. D'ailleurs, dans le diabète, le pouvoir lipasique s'abaisse quand la cachexie progresse.

» Dans le groupe de l'ortholipasie se rangent des affections fort diverses, aiguës et chroniques (fièvre typhoïde, pneumonie, congestion pulmonaire, ictère catarrhal, affections cardiaques, mal de Bright, tuberculose, tabes, etc.). Sur les 20 cas de cette catégorie, les affections aiguës ne comptent que 2 cas mortels, et les affections chroniques étaient compatibles avec une assez longue survie.

» Dans l'hypolipasie, on peut distinguer deux degrés :

» Le premier, dans lequel le pouvoir lipasique est compris entre 15 et 10, montre déjà une tendance plus grande à la gravité des maladies. Sur 14 cas, en effet, nous relevons : 1 pneumonie mortelle, 1 autre grave, avec ictère, 1 cancer, 1 ostéosarcome, 2 tuberculoses avancées, 1 ulcère gastrique terminé par perforation.

» Au deuxième degré, dans lequel le pouvoir lipasique peut descendre jusqu'à 5, nous ne trouvons plus guère que des cas mortels à brève échéance. Les affections aiguës, au nombre de six (pneumonie, rhumatisme avec cardiopathie, septicémie avec abcès pulmonaires, phtisie aiguë), se sont terminées par la mort, sauf une fièvre typhoïde grave, compliquée d'albuminurie, de troubles cardiaques, d'hémorragies intestinales et de phlegmon streptococcique. Et parmi les malades atteints d'affections chroniques, au nombre de seize, la plupart ont succombé à l'hôpital : il s'agissait de phtisie avancée, de cancer, de dégénérescence amyloïde consécutive à un abcès du foie, de péricardite brightique. Un seul sujet, urémique, a quitté vivant l'hôpital, mais presque mourant. Un autre, atteint d'abcès tuberculeux multiples, se trouve encore à l'hôpital, mais se cachectise progressivement.

» La diminution extrême du pouvoir lipasique présente donc une certaine valeur pronostique et peut être tenue pour un signe de fâcheux augure.

» Nous ne connaissons pas bien encore le mécanisme de ces variations de l'activité lipasique. L'inanition ne semble pas être le seul facteur de l'hypolipasie constatée chez nos malades, dont plusieurs continuaient de s'alimenter assez bien.

» Le taux de l'excrétion d'urée paraît être tout à fait indépendant de celui du pouvoir lipasique.

» L'ingestion répétée de corps thyroïde, chez deux sujets, l'un obèse, l'autre myxœdémateux, a été suivie d'un abaissement de l'activité lipasique.

» La lipase agissant *in vitro* sur les graisses, on pouvait se demander si l'augmentation de son activité jouait un rôle dans l'amaigrissement, et sa diminution dans l'engraissement. Or, d'une façon générale, ce sont les sujets obèses, bien nourris, florissants, qui ont, au contraire, un taux assez élevé, alors que les malades cachectiques, amaigris, ont un taux peu élevé. Mais il ne faut pas oublier que l'obésité et la maigreur ne dépendent pas seulement de la destruction des graisses, mais aussi de leur production; que, de plus, la lipase ne fait que dédoubler les graisses en acides gras et glycérine, sans les brûler complètement; enfin, si nous connaissons la lipase dans le sang mort, en dehors de l'organisme, nous ignorons comment elle agit, et même si elle agit, au sein des tissus vivants. »

VITICULTURE. — *Nouvelles expériences relatives à la désinfection antiphylloxérique des plants de vignes.* Note de MM. **Georges Couanon, Joseph Michon** et **E. Salomon.**

« Ce sont, on le sait, les apports de boutons de vigne qui ont grandement contribué à la dissémination du fléau phylloxérique.

» Déjà, au début de l'invasion du vignoble français, il y a plus de trente ans, il avait été reconnu que, partout où l'on avait constaté les foyers phylloxériques, à l'étranger de même que chez nous, des introductions de plants d'Amérique avaient été faites.

» Plus récemment, en Algérie (1885), en Champagne (1890), en Lorraine (1894), de constatations faites et vérifiées il est toujours résulté que les nouveaux foyers n'avaient pas d'autre origine que des importations malheureuses de plants provenant de pays antérieurement envahis.

» A diverses reprises les vignerons ont réclamé un procédé certain pour désinfecter les plants tant français qu'américains racinés ou non racinés. Cette question est de nouveau agitée au moment des tentatives de reconstitution en Algérie et en Champagne.

» En 1887, l'un de nous, M. G. Couanon, communiquait précisément à l'Académie des Sciences ([1]), en collaboration avec MM. F. Henneguy et

([1]) *Comptes rendus*, séances des 7 février et 21 novembre 1887.

E. Salomon, le résultat d'expériences qui, s'appuyant sur les remarquables travaux de M. Balbiani, relatifs à la résistance des œufs du Phylloxera [1], établissaient que par une immersion dans l'eau chaude de 45° à 50° C., pendant une durée de dix minutes, on pouvait traiter préventivement les boutures *non racinées*.

» Nous avons repris ensemble cette année ces expériences en les étendant aux *plants racinés*, qui sont le plus fréquemment employés dans la reconstitution, et aussi les plus souvent contaminés, partant les plus infectieux.

» C'est de nouveau à Thomery, chez M. E. Salomon, que nous avons fait nos expériences.

» Le 31 janvier, nous soumettions des plants de Noah *racinés* d'un an d'âge à l'immersion dans l'eau chaude :

» 1° Pendant cinq minutes, un paquet de dix plants. Température à l'entrée : 53° C.; à la sortie : 51° C.;

» 2° Pendant quatre minutes, un autre paquet de dix plants. Température à l'entrée : 53° C.; à la sortie : 51° C.;

» 3° Pendant trois minutes, un autre paquet de dix plants. Température à l'entrée : 53° C.; à la sortie : 51° C.

» A la fin des opérations, l'examen des racines semblait bien montrer que les plants n'avaient nullement souffert.

» Les paquets furent partagés par moitié.

» Quinze plants (cinq, quatre, trois minutes), auxquels il fut ajouté cinq plants témoins n'ayant pas été trempés dans l'eau chaude, furent immédiatement plantés en serre et forcés à la manière des vignes destinées à la production des raisins de primeur.

» Les quinze autres plants (cinq, quatre, trois minutes) furent mis en stratification pour être plantés, aussi avec témoins, à l'époque ordinaire des plantations à l'air libre. La plantation a eu lieu le 5 mai.

» Aussi bien dans la serre qu'à l'air libre le succès a été complet. La reprise a été parfaite. Les vignes sont aujourd'hui très belles et très bien constituées.

» On peut donc affirmer qu'une immersion dans l'eau chaude à 53° C., pendant cinq minutes, est un moyen pratique et économique pour désinfecter des plants de vignes quelconques, *racinés* ou *non racinés*. Insectes et œufs sont tués et les plants vivent et végètent normalement. »

---

(1) *Comptes rendus*, séance du 21 décembre 1876.

M. V. Ducla adresse une Note ayant pour titre : « Résolution de l'équation du troisième degré par une méthode nouvelle ».

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et demie.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 13 novembre 1899.

Le baron Hippolyte Larrey, par L.-J.-B. Bérenger Féraud. Paris, Fayard frères, 1899: 1 vol, in-8°. (Présenté par M. Guyon.)

Actualités scientifiques : La Télégraphie sans fils, par André Broca. Paris, Gauthier-Villars, 1899; 1 vol. in-12. (Présenté par M. Cornu.)

Supplément de Notice (1899) *de* M. J.-A. Le Bel : *Stéréochimie du carbone*. Paris, typ. Chamerot et Renouard; 1 fasc. in-4°.

Société industrielle d'Amiens. Programme des questions mises au concours pour l'année 1899-1900. Amiens, impr. T. Jeunet; 1 fasc. in-8°.

The islands and coral reefs of Fiji, by Alexander Agassiz; with 112 plates. Cambridge, Mass., U. S. A., 1899; 1 vol. in-8°. (With the compliments of Alexander Agassiz.)

Electrical instruments for determining the moisture, temperature and soluble salt content of soils, by Lyman-J. Briggs. Washington, 1899; 1 fasc. in-8°.

Soil moisture : a record of the amount of water contained in soils during the crop season of 1896, by Milton Whitney and Ralph-S. Hosmer. Washington, 1899; 1 fasc. in-8°.

Temperature changes in fermenting piles of cigar-leaf tobacco, by Milton Whitney and Thos.-H. Means. Washington, 1899; 1 fasc. in-8°.

Cinq Opuscules sur diverses questions d'*Histoire naturelle*, par Carlos Berg. Buenos Aires, 1899; 5 fasc. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Royal Institution of Great Britain. List of the members officers and professors, 1899. London, 1899; 1 fasc. in-8°.

List of the geological Society of London. November 1st 1899. Burlington House; 1 fasc. in-8°.

Atlas geologiczny Galicyi, z. 9 (bez tekstu); z. 10, cz. 1. Krakow, 1897-1899; 2 vol. in-8° (texte) et 13 Cartes, gr.-aigle. (Don de l'Académie des Sciences de Cracovie.)

Censo general de la Republica Mexicana, verificado el 20 de octubre de 1895. *Estado de Durango. Estado de San Luis Potosi.* Mexico, 1899; 2 fasc. in-4°.

Missouri botanical garden. Tenth annual report. Saint-Louis, Mo., 1899; 1 vol. in-8°.

U. S. Department of Agriculture. Fifteenth annual report of the Bureau of animal industry, for the year 1898. Washington, 1899; 1 vol. in-8°.

Royal Institution proceedings. Vol. XV, part 3. London, 1899; 1 vol. in-8°.

Annals of the New York Academy of Sciences. Vol. XII, part 1. Lancaster, Pa., 1899; 1 fasc. in-8°.

Proceedings of the Academy of natural Sciences of Philadelphia, 1899. Part 1. January, february, march. Philadelphia, 1899; 1 vol. in-8°.

Natuurkundig Tijdschrift voor Nederlandsche-Indië. Deel LVIII. (Tiende serie, dl. II.) Batavia, G. Kolff and C°, 1898.

Archives du Musée Teyler. Série 2, Vol. VI, 3e partie. Haarlem, Loosjes; Paris, Gauthier-Villars, 1899; 1 fasc. in-8°.

Rozprawy Akademii Umiejetnosci. Wydzial matematyczno-przyrodniczy. Serya 2, t. XVI. W Krakowie, 1899; 1 vol. in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 20 NOVEMBRE 1899,

PRÉSIDENCE DE M. VAN TIEGHEM.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Note sur les Léonides;* par M. **Lœwy**.

« J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie les résultats obtenus dans divers observatoires français par l'exploration du ciel relativement à la visibilité présumée d'une des parties de l'essaim des Léonides.

» A l'Observatoire de Paris, trois groupes d'astronomes étaient chargés de l'observation de ce phénomène. Le premier avait pour tâche de compter les étoiles; le second, de tracer leurs trajectoires sur des cartes, et le troisième groupe était affecté aux opérations photographiques.

» Comme l'Académie l'a peut-être déjà appris, ces efforts n'ont pas été couronnés de succès. Il n'y a en effet qu'un petit nombre de ces corpuscules qui ont traversé l'espace dans la période du 12 au 17 novembre.

» A Paris, trois nuits seulement ont été favorables : celle du 12 au 13, où

Mlle D. Klumpke a observé 14 étoiles, et celles du 15 au 16 et du 16 au 17 pendant lesquelles on n'a pu en noter que 19; soit au total 33 étoiles.

» M. Trépied, directeur de l'observatoire d'Alger, nous a fait savoir télégraphiquement qu'il a pu constater, dans les deux nuits du 14 et du 15 novembre, le passage de 65 météores. L'état du ciel a rendu les observations impossibles dans les autres nuits.

» M. André, directeur de l'observatoire de Lyon, nous indique le passage d'une quarantaine de ces corpuscules dans les nuits des 13, 14 et 17.

» M. Stéphan nous adresse de Marseille les renseignements suivants :

Nuit du 13 au 14	20	étoiles visibles
» 14 au 15	71	»
» 15 au 16	43	»

» Comme M. Baillaud l'indique dans une Note insérée plus loin (¹), on n'a pu apercevoir, à l'observatoire de Toulouse, dans les nuits du 13 au 16 novembre, que le passage de 43 étoiles filantes.

» La probabilité *a priori*, pour un important flux d'étoiles filantes, n'était d'ailleurs pas bien grande. Nous savions en effet que la partie de l'essaim, qui a donné naissance en 1866 à une averse abondante de météores, ne pouvait pas passer cette fois à proximité de la Terre par suite des perturbations notables provenant des grosses masses planétaires de Jupiter et de Saturne. Il était toutefois permis d'espérer que d'autres portions du même essaim, trop éloignées autrefois de nous, deviendraient visibles cette année : espoir qui ne s'est pas réalisé.

» Cette constatation présente néanmoins un intérêt réel : elle nous fournit la preuve que le développement, particulièrement en largeur, de l'essaim des Léonides n'est pas considérable. »

ASTRONOMIE. — *Note sur les observations des étoiles filantes dites* Léonides, *faites sous la direction de l'observatoire de Meudon;* par M. J. Janssen.

« J'ai l'honneur de rendre compte à l'Académie des observations faites à l'observatoire de Meudon ou sous sa direction à l'occasion de l'apparition des étoiles filantes de novembre, dont le maximum était attendu pour cette année.

(¹) Voir plus loin, page 806.

» En raison de cette circonstance que ce phénomène ne se reproduit comme on sait que tous les tiers de siècle, l'observation de cette année avait une importance et un intérêt tout particuliers.

» Il s'agissait, en effet, de bien constater que la pluie météorique si extraordinaire de 1799, celle de 1833 et celle de 1866 reviendrait encore en 1899 et quels seraient son abondance et son point d'émanation : ces diverses circonstances étant indispensables pour se rendre compte des modifications que les masses planétaires ont pu apporter dans la distribution des petites masses météoriques sur l'orbite des essaims et jusqu'à un certain point sur la forme même de cette orbite et la position de ses nœuds avec l'orbite terrestre.

» Ces questions intéressent la constitution de notre système solaire et présentent en outre un grand intérêt au point de vue de la Physique céleste.

» La partie la plus importante de ces observations réside donc dans la constatation de l'époque de l'apparition du *maximum*, suivant l'expression consacrée, et de l'importance de ce maximum comparée à ceux des époques antérieures.

» Mais cette constatation exige évidemment pour être certaine que le phénomène soit suivi sans lacunes pendant toute la durée de son apparition probable.

» Cette condition, dont l'importance est évidente, nous conduit à rechercher les moyens d'empêcher que des stations placées sur la ligne d'observation ne fassent défaut par suite de circonstances atmosphériques.

» C'est ainsi qu'on est conduit, pour éviter des lacunes qui vicieraient toute conclusion sur l'apparition du maximum en question, à l'emploi de ballons permettant aux observateurs de s'élever au-dessus des brumes, des brouillards et même des nuages. On voit de suite combien un pareil emploi peut être intéressant.

» Cette nouvelle application de cet art si français de l'aérostation m'a paru pleine d'avenir, même à l'égard d'autres objets astronomiques, et j'ai conseillé d'en tenter l'emploi depuis bien des années déjà, mais d'une manière plus effective l'année dernière et cette année même, à l'occasion des observations des *Léonides*.

» On sait que l'année dernière, M. Hansky, alors élève de l'observatoire de Meudon, s'élevait en ballon et qu'à une hauteur très modérée il jouissait d'un ciel qui lui permit une observation complète tandis qu'à terre un brouillard épais s'opposait à toute vision du ciel.

» Ce succès nous a engagés à reprendre ces observations à l'occasion du passage si important de cette année.

» Deux ballons ont été mis à notre disposition.

» Le premier, propriété de l'Aéro-Club, monté par MM. les comtes de Lavaulx et Castillon de Saint-Victor qui m'avaient gracieusement offert deux places dans leur nacelle, ce dont je les remercie ici.

» Ces deux places ont été occupées par M. Tikhoff, élève de l'observatoire de Meudon, et M. Lespieau, professeur de Chimie au collège Chaptal. Ces Messieurs s'étaient entendus avec moi avant le départ sur le programme des observations.

» Le deuxième ballon, propriété de M. Mallet, constructeur et aéronaute bien connu par de nombreuses et très belles ascensions, était conduit par lui-même. Il avait à bord comme observateur Mlle Klumpke, attachée à l'Observatoire de Paris, que mon éminent confrère M. Lœwy, son directeur, avait bien voulu, sur ma demande, autoriser à faire l'ascension. M. Wilfrid de Fonvielle, si versé dans l'histoire et la littérature scientifiques et spécialement dans l'aérostation, voulait bien l'accompagner pour enregistrer les observations.

» Ces ballons partirent de l'usine du Landy, près Saint-Denis, usine appartenant à la Compagnie parisienne du Gaz, qui donna tous ses soins à ces ascensions.

» M. le prince Roland Bonaparte voulut très aimablement faire les frais du gaz du ballon l'*Aéro-Club*, nous nous chargeâmes de l'autre.

» Résumons maintenant les observations :

» Première ascension : nuit du 14-15 novembre. Ballon l'*Aéro-Club* monté par MM. les comtes Henri de Lavaulx et Castillon de Saint-Victor. Observateurs : MM. Tikhoff et Lespieau. Départ le 15 à 1^h du matin.

» A 200^m, le ballon est au-dessus du brouillard.

» 1^{h}45 commencement des observations.

De 1^{h}45	à 2^h	on compte	2	Léonides
De 2	à 3	»	13	»
De 3	à 4	»	10	»
De 4	à 5	»	26	»
De 5	à 6	»	40	»

en plus 9 étoiles de 4e grandeur qui furent visibles quand la Lune s'abaissa à l'horizon.

» Parmi les étoiles observées M. Tikhoff estime qu'il y en eut 19 de

1re grandeur, 43 de 2e, 29 de 3e et 9 de 4e grandeur comme il vient d'être dit; il est évident que sans la présence de la Lune le nombre des étoiles de faible éclat eût été beaucoup plus considérable.

» En outre, il faut remarquer que quand le radiant s'éleva vers 45° le ballon cacha une grande partie du ciel où le phénomène devait se produire. M. Tikhoff estime que, sans cette circonstance, le nombre des Léonides observées eût été certainement doublé. Il faut donc estimer à 200 environ le nombre des apparitions d'étoiles de la 1re à la 4e grandeur qui sillonnèrent le ciel dans les régions du radiant pendant la nuit du 14 au 15 novembre.

» A l'égard des couleurs manifestées par ces météores M. Tikhoff estime qu'elles se sont partagées en parties à peu près égales entre le jaune foncé très brillant et le blanc bleuâtre, les météores de 1re grandeur laissant des traces qui ont persisté pendant quatre et cinq secondes.

» Du reste, le détail de ces intéressantes observations sera donné par M. Tikhoff dans une Note ultérieure qu'il aura l'honneur de présenter à l'Académie.

» L'atterrissage du ballon eut lieu dans les meilleures conditions dans le département de l'Eure, au village de Plessis-Sainte-Opportune, arrondissement de Bernay, à 130km de Paris.

Seconde ascension. Ballon le Centaure, *monté par M.* Mallet, *Mlle* Klumpke *et M.* de Fonvielle.

» Parti de l'usine du Landy le 15 à 13h, c'est-à-dire le 16 à 1h du matin. Ciel très pur :

» 1h20m. — Commencement des observations : une Léonide.

» 1h41m. — Une sporadique.

» 2h1m. — Une Léonide très brillante supérieure à la 1re grandeur; belle traînée irisée de 2s de durée.

» 2h15m. — Une seconde près de α Lion; traînée blanchâtre.

» 2h30m. — Une Léonide blanche inférieure à la 1re grandeur.

» 2h52m. — Une Léonide partant de δ du Lion vers la Grande-Ourse; traînée 1s.

» 2h55m. — Sporadique de 1re grandeur.

» 3h34m-3h35m. — Sporadiques.

» 4h16m. — Léonide passant près de ζ Lion.

» 4h38m. — Sporadique partant de l'Hydre.

» 4h46m-4h48m. — Deux Léonides, dont une avec traînée de 2s.

» 4h57m. — Une sporadique traversant Hercule.

» 5m10m. — Une Léonide vers la Vierge.

» 5h21m-5h39m. — Cinq sporadiques.

» 6^h. — Coucher de la Lune. Ciel très pur du côté du radiant; magnifique halo lunaire.

» Atterrissage à Saint-Germain-sur-Ay, canton de Lassay, arrondissement de Coutances (Manche).

» Telle est en substance le résumé de ces observations.

» Il faut remarquer que la nacelle de l'*Aéro-Club* était beaucoup trop près du ballon, ce qui a nui beaucoup aux observations.

» A ma demande, la nacelle du deuxième ballon (*le Centaure*) avait été plus éloignée par allongement des câbles d'attache, et les observations ont été beaucoup moins gênées.

» Je pense que, pour un ballon de 14^m à 15^m de diamètre, une distance d'environ 10^m entre la nacelle et le ballon serait suffisante.

» Cet éloignement de la nacelle aurait encore pour avantage de diminuer beaucoup les chances d'inflammation du gaz par les lampes placées à bord.

» On pourrait également employer des ballons et des nacelles de forme allongée. Dans ce cas, si le grand axe de la nacelle était placé perpendiculairement à celui du ballon, on pourrait avoir la vision du zénith.

» J'ajoute ici que des cartes postales affranchies avaient été préparées à Meudon. Elles portaient l'adresse de l'observatoire, avec l'invitation aux personnes qui les trouveraient d'y inscrire très exactement l'indication du lieu où elles auraient été trouvées. Avant de les laisser tomber, l'observateur y inscrivait l'heure exacte de l'observation. Un certain nombre de ces cartes nous ont été retournées. Les indications qu'elles contenaient ont permis de reconstituer l'itinéraire suivi par les ballons et de connaître les coordonnées des points d'observation et les temps correspondants.

» Je suis persuadé que cette méthode si simple permettra de donner une grande précision aux observations faites en ballon.

» L'Académie comprendra que j'aie désiré connaître quels résultats on avait obtenus sur la ligne des observations, afin d'avoir une idée générale du phénomène en 1899.

» Dans ce but, j'ai envoyé des télégrammes à la plupart de nos collègues des observatoires étrangers ou nationaux où le phénomène pouvait être observé.

» Avec un empressement dont je suis reconnaissant, on m'a fait parvenir des nouvelles qui embrassent la région partant de Delhi, dans l'Inde, où M. Auwers allait si courageusement observer, jusqu'à San Francisco, c'est-à-dire sur une zone embrassant plus de la moitié de la Terre.

» Le 16, à Delhi, les Léonides ne sont pas apparues.

» A Pulkowo, M. Hansky, ancien élève de l'observatoire de Meudon, s'est élevé en ballon jusqu'à 2500^m et n'a rien vu, me télégraphie M. Backlund.

» A Odessa, on a observé les Léonides pendant quatre jours, mais l'essaim a été faible.

» De Vienne, M. Palisa, mon si distingué compagnon de 1883 pour l'observation de l'éclipse totale visible dans le Pacifique, m'écrit que, le 14, le ciel a été découvert, mais qu'on n'a rien observé de remarquable; le 15 et le 16, le ciel a été couvert.

» De Potsdam, M. Vogel me télégraphie qu'aucune Léonide n'a été observée.

» Strasbourg. Du 14 au 15, maximum vers 6^h, 60 météores par heure; du 15 au 16, en ballon : étoiles filantes isolées.

» Madrid. Je n'ai pas encore reçu de nouvelles.

» De Cambridge (États-Unis). M. Pickering me télégraphie qu'on n'a pas observé de brillants météores, mais environ 200 Léonides.

» De Chicago, à l'observatoire Yerkès, on n'a pas observé de météores, me télégraphie M. Hale.

» San Francisco. Une dizaine de météores par heure dans la nuit du mardi. Le jeudi, temps couvert.

» Voici quelques observations françaises :

» D'Alger, M. Trépied. Le 14, 35 Léonides; le 15, 16 Léonides; le 16, temps couvert; durée des observations : chaque jour, six heures.

» De Nice, M. Perrotin. Ciel très défavorable, estime néanmoins que le passage a dû être très médiocre.

» De Bordeaux, M. Rayet. Ciel parfaitement beau, observations poursuivies jusqu'au matin. Du 12 au 13, étoiles filantes inférieures à la moyenne. Du 13 au 14, 2 à 3 étoiles par heure. Probablement pas Léonides. Du 14 au 15, 25 Léonides de 2^{h}30^m à 3^{h}30^m; ensuite 3 ou 4 par heure. A l'égard de l'Observatoire de Paris, son Directeur a fait, à cet égard, à l'Académie, une Communication très complète.

» Il résulte de cette large information, qui n'a laissé en dehors d'elle que les parties maritimes du globe, que le maximum attendu a été considérablement réduit d'importance sans doute par suite de l'action des planètes, notamment Jupiter et Saturne, ainsi que Le Verrier l'avait prévu et annoncé à l'occasion de l'apparition de 1866 : conclusion à laquelle ont été conduits les astronomes qui se sont depuis occupés de la question.

» Ces études, dont plusieurs sont dues à des hommes très éminents, ont conduit à des discussions et des conclusions dans le détail desquelles nous ne pouvons entrer ici, notre but étant pour le moment de rendre compte seulement des observations faites à propos du passage de 1899.

» Disons maintenant que, pour préciser davantage les observations et obtenir des conclusions théoriques plus certaines, on devra observer avec grand soin l'année prochaine; aussi voudrais-je appeler l'attention des astronomes et des observateurs sur l'intérêt qu'il y aurait, pour l'année prochaine, à développer encore ce mode d'observation en ballon qui, permettant de s'affranchir des chances de mauvais temps, conduira à tirer des observations des conclusions absolument certaines. »

OPTIQUE PHYSIQUE. — *Ce que devient un système d'ondes planes latéralement indéfinies, dans un milieu transparent isotrope, mais hétérogène, formé de couches planes et parallèles;* par M. **J. Boussinesq.**

« I. Le fait de la réfraction atmosphérique pose, aux géomètres, le problème de la transmission des ondes lumineuses dans un milieu transparent et isotrope où la vitesse ω de propagation de la lumière varie d'un point à l'autre, mais assez graduellement pour pouvoir être supposée constante dans des étendues comprenant en tous sens plusieurs longueurs d'onde, où le mouvement vibratoire a lieu très sensiblement comme dans un milieu homogène. Les astronomes résolvent ce problème par une décomposition fictive du milieu en minces couches homogènes, comprises entre surfaces voisines *équiréfringentes,* c'est-à-dire de la famille qui a pour équation $\omega = \text{const.}$; ce qui leur permet d'appliquer aux rayons les lois usuelles de la réfraction, sur chaque surface séparative des couches. Or, la démonstration théorique de ces lois de la réfraction (et de la réflexion concomitante) attribue essentiellement à la couche de transition comprise entre les deux milieux homogènes une épaisseur totale beaucoup plus petite que la longueur d'onde; et l'on peut se demander si les résultats resteraient bien les mêmes, en restituant leur continuité effective aux lentes variations de la réfringence ou de ω. Il y a donc lieu d'intégrer directement, dans l'hypothèse de ω lentement variable avec x, y, z, les trois équations des petits déplacements vibratoires ξ, η, ζ de l'éther, savoir

$$(1)\quad \frac{1}{\omega^2}\frac{d^2(\xi,\eta,\zeta)}{dt^2} = \Delta_2(\xi,\eta,\zeta) - \frac{d\theta}{d(x,y,z)},\qquad \text{où}\qquad \theta = \frac{d\xi}{dx}+\frac{d\eta}{dy}+\frac{d\zeta}{dz}.$$

» Bornons-nous d'abord au cas où les surfaces équiréfringentes $\omega = \text{const.}$ sont des plans parallèles, normalement auxquels on prendra l'axe des x. Nous supposerons homogène le milieu, du côté des x négatifs d'où viendront les ondes étudiées, et c'est à partir du plan des yz que ω sera, pour $x > 0$, une fonction donnée, lentement variable, de x.

» II. Demandons-nous d'abord ce que deviendra un système d'ondes planes *latéralement illimitées*, arrivant de la région des x négatifs et définies en direction par l'angle i_0 de leur normale avec les x positifs. Prenons le plan d'incidence pour plan des xy, c'est-à-dire l'axe des y suivant la projection de cette normale (issue de l'origine) sur la dernière couche homogène $x = 0$, où ω a une certaine valeur ω_0. Si l'on pose

$$(2)\qquad m = \frac{\sin i_0}{\omega_0},\qquad l = \sqrt{\frac{1}{\omega^2} - m^2},\qquad l_0 = \sqrt{\frac{1}{\omega_0^2} - m^2} = \frac{\cos i_0}{\omega_0},$$

ξ, η, ζ seront, comme on sait, dans ces ondes planes, les trois projections, sur les axes, d'un déplacement purement transversal, d'orientation uniforme, et fonction de la variable unique $t - my - l_0 x$. Les ébranlements qu'il produira sur la face d'entrée $x = 0$ du milieu hétérogène dépendront donc de $t - my$. Ils se produiront, en tous les points, de la même manière que sur l'axe des z, mais affectés du retard my, uniformément croissant avec la distance y à l'axe des z. On observera donc ultérieurement, par raison de parité et en conséquence de ces ébranlements, les mêmes phénomènes sur toute l'étendue d'une couche quelconque $x = \text{const.}$, mais avec des retards relatifs pareils. Ainsi, quel que soit x, les déplacements ξ, η, ζ seront indépendants de z, et ils ne dépendront de t et de y que par la variable unique $t - my$: ce seront des fonctions de x et de $t - my$. On pourra, en prenant l'intégrale $\int l\,dx$ à partir de $x = 0$, remplacer $t - my$ par la variable

$$(3)\qquad \tau = t - my - \int l\,dx,$$

fonction connue de x et de $t - my$, qui varie, dans toute région d'étendue modérée, comme l'expression linéaire $t - my - lx$ dont y dépendrait uniquement, sans les changements subséquents de l, notre système d'ondes planes, supposé parvenu dans cette région en gardant sensiblement sa nature.

» III. En résumé, ξ, η, ζ seront des fonctions déterminées de deux variables seulement, τ et x. De plus, la lenteur de variation de ω ou de l avec x permettant au milieu de se comporter sensiblement, en chaque endroit, comme un milieu homogène, les ondes y différeront vraisemblable-

ment peu d'ondes planes; et ξ, η, ζ varieront lentement avec x quand τ ne changera pas (ou qu'on suivra une même onde), mais en comparaison, très rapidement avec la *variable principale* τ. Nous désignerons par des accents, à la manière de Lagrange (ξ', ξ'', ..., η', η'', etc.), les dérivées relatives à cette variable τ, et à la manière de Leibnitz (sauf pour l fonction uniquement de x), mais avec des ∂ de ronde, les autres dérivées partielles, toutes très petites, obtenues en restant sur une même onde suivie au besoin dans sa propagation.

» Celles-ci, $\frac{\partial\xi}{\partial x}$, ..., ne modifiant leurs faibles valeurs que sur de grands espaces (par rapport à la longueur d'ondulation) quand τ ne change pas, n'auront de *sensibles* que leurs dérivées principales $\left(\frac{\partial\xi'}{\partial x}, \text{etc.}\right)$; et elles-mêmes se trouveront négligeables, quand ce seront des dérivées (en ∂x, ...) non pas de déplacements transversaux ou sensibles, mais, par exemple, de petits déplacements longitudinaux correctifs (de l'ordre de l').

» Cela posé, comme ξ, η, ζ ne dépendront pas ici de z, et vu d'ailleurs que l'inverse de ω^2 égale $l^2 + m^2$, les équations (1) du mouvement deviendront

$$(4)\qquad \begin{cases} (l^2+m^2)\dfrac{d^2\zeta}{dt^2} = \Delta_2\zeta, \\ (l^2+m^2)\dfrac{d^2(\xi,\eta)}{dt^2} = \Delta_2(\xi,\eta) - \dfrac{d\theta}{d(x,y)} \qquad \text{où} \qquad \theta = \dfrac{d\xi}{dx} + \dfrac{d\eta}{dy}. \end{cases}$$

» Les inconnues ξ, η, ζ y sont séparées en deux groupes. La première équation (4) contient le déplacement ζ seul; elle concerne les vibrations perpendiculaires au plan d'incidence. Quant aux deux autres équations, en ξ et η, elles régissent les vibrations parallèles au plan d'incidence.

» IV. Occupons-nous d'abord de la première, où ζ est fonction rapidement variable de τ et lentement variable de x. Les dérivées de τ en t, x et y étant 1, $-l$, $-m$, il viendra, en tenant compte des remarques précédentes,

$$\frac{d^2\zeta}{dt^2} = \zeta'', \qquad \frac{d\zeta}{dx} = -l\zeta' + \frac{\partial\zeta}{\partial x}, \qquad \frac{d^2\zeta}{dx^2} = l^2\zeta'' - 2l\frac{\partial\zeta'}{\partial x} - l'\zeta',$$

$$\frac{d\zeta}{dy} = -m\zeta', \qquad \frac{d^2\zeta}{dy^2} = m^2\zeta'', \qquad \Delta_2\zeta = (l^2+m^2)\zeta'' - 2l\frac{\partial\zeta'}{\partial x} - l'\zeta';$$

ce qui réduit la première équation (4) à

$$(5)\qquad -2l\frac{\partial\zeta'}{\partial x} - \zeta'\frac{\partial l}{\partial x} = 0 \qquad \text{ou} \qquad \partial(l\zeta'^2) = 0.$$

» Le produit $l\zeta'^2$, essentiellement positif (tant que l gardera le signe de l_0), ne dépend ainsi que de la variable principale τ. En appelant $(\varphi'')^2$ une fonction positive, d'ailleurs arbitraire, de τ seul, l'équation (5) aura donc pour intégrale $\zeta'\sqrt{l} = \varphi''$. Multiplions celle-ci par dt et intégrons *sur place* soit à partir de l'époque où le mouvement aura commencé à atteindre la région (x, y, z), et en prenant alors nulle la valeur initiale de $\int \varphi'' d\tau = \varphi'$, soit, dans le cas contraire d'un mouvement vibratoire périodique (autour de situations *moyennes*), en déterminant la constante de $\int \varphi'' d\tau = \varphi'$, de manière à annuler φ' en moyenne. Il viendra

$$(6) \qquad \zeta = \frac{\varphi'(\tau)}{\sqrt{l}} = \frac{\varphi'(t - my - \int l\,dx)}{\sqrt{l}}.$$

» Une onde plane à mouvements normaux au plan d'incidence se propage donc, à travers toutes les couches, *en gardant ses caractères*, qu'exprime la fonction arbitraire φ', *mais en prenant des amplitudes sensiblement inverses, partout, de* $\sqrt{l}$.

» V. La fonction arbitraire de τ introduite a été appelée φ', ou considérée comme dérivée d'une autre $\int \varphi' d\tau = \varphi$, par analogie avec ce qu'il y aura lieu de faire dans le cas de mouvements parallèles au plan d'incidence.

» Dans ce cas, les déplacements ont une composante transversale sensible δ, qui serait seule sans les lentes variations de l avec x, et une petite composante longitudinale ε, due à ces variations. D'ailleurs, l'expression (6) de ζ nous faisant pressentir que δ pourrait bien être, aussi, inverse de $\sqrt{l}$, attribuons-lui la forme (6), mais avec φ' susceptible de varier lentement avec x, jusqu'à preuve du contraire.

» Alors, si l'on appelle R la racine carrée positive de l'expression (lentement variable avec x)

$$(7) \qquad R^2 = l(l^2 + m^2), \qquad \text{d'où} \qquad R' = \frac{3l^2 + m^2}{2R} l',$$

on aura évidemment

$$(8) \qquad \xi = -\frac{m}{R}\varphi' + \frac{l}{\sqrt{l^2 + m^2}}\varepsilon, \qquad \eta = \frac{l}{R}\varphi' + \frac{m}{\sqrt{l^2 + m^2}}\varepsilon,$$

formules où les petits termes (en ε) n'auront de sensibles que leurs dérivées (accentuées) par rapport à la variable principale τ.

» En différentiant ces expressions de ξ, η exactement comme on a fait

pour ζ et tenant, au besoin, compte des valeurs (7) de R^2 et de R', il vient

$$\left\{\begin{aligned}\Delta_2(\xi,\eta) &= \frac{(-m,\,l)}{R}(l^2+m^2)\varphi''' \\ &\quad +(l,m)\sqrt{l^2+m^2}\,\varepsilon''+2\frac{(m,\,-l)}{R}\,l\frac{\partial\varphi''}{\partial x}-2(l,m)\frac{ml^2l'}{R^3}\varphi'',\end{aligned}\right.$$

$$\frac{d\theta}{d(x,y)}=(l,m)\left[\frac{m}{R}\frac{\partial\varphi''}{\partial x}-\frac{m(3l^2+m^2)l'}{2R^3}\varphi''+\sqrt{l^2+m^2}\,\varepsilon''\right];$$

et les deux dernières équations (4), changées de signe, se réduisent à

$$(9)\qquad \frac{(-ml,\,2l^2+m^2)}{R}\frac{\partial\varphi''}{\partial x}+(l,m)\left(ml'\frac{l^2-m^2}{2R^3}\varphi''+\sqrt{l^2+m^2}\,\varepsilon''\right)=0.$$

» Respectivement multipliées par $-m$, l et ajoutées, elles donnent $\frac{\partial\varphi''}{\partial x}=0$; ce qui signifie que, conformément à nos prévisions, φ'' dépend uniquement de la variable principale τ. Après quoi, une intégration par rapport au temps, effectuée sur place, donne, comme pour ζ, l'expression suivante du déplacement transversal δ,

$$(10)\qquad \delta=\frac{\varphi'(t-my-\int l\,dx)}{\sqrt{l}},$$

où φ' désigne une fonction arbitraire de la variable unique τ. *L'amplitude des vibrations, à la traversée des diverses couches, est* donc encore *inverse de* $\sqrt{l}$.

» VI. Enfin, les équations (9) deviennent

$$(11)\qquad \varepsilon''=-\frac{ml'(l^2-m^2)}{2R^3\sqrt{l^2+m^2}}\varphi''.$$

» Deux intégrations successives en t, effectuées sur place et de manière, finalement, que l'intégrale $\int\varphi'\,d\tau=\varphi$ soit, comme le déplacement ε, ou initialement nulle, ou à valeur moyenne nulle, en déduisent

$$(12)\qquad \varepsilon=-\frac{ml'(l^2-m^2)}{2R^3\sqrt{l^2+m^2}}\varphi=\frac{m(l^2-m^2)}{(l^2+m^2)^2}\frac{\partial\frac{1}{\sqrt{l}}}{\partial x}\varphi(t-my-\int l\,dx).$$

» On voit que le petit déplacement longitudinal ε rend légèrement courbes les trajectoires de l'éther vibrant. Il s'annule quand $l^2=m^2$,

c'est-à-dire quand les ondes sont inclinées à 45° sur le plan des couches équiréfringentes du corps.

» VII. Supposons maintenant que, dans la première couche $x = 0$, ζ et δ soient les deux projections du déplacement total, $\frac{1}{\sqrt{l_0}}\psi'(t - my)$, imprimé à cette couche par un système donné d'ondes incidentes. Si V désigne l'angle de ce déplacement avec le plan des xy, la fonction $\varphi'(t - my)$ sera évidemment, dans ζ, le produit de $\psi'(t - my)$ par $\sin V$, et, dans δ, le produit de $\psi'(t - my)$ par $\cos V$: ζ et δ garderont, dans toutes les couches *parallèles*, le même rapport $\operatorname{tang} V$. Donc le plan de polarisation fera un angle constant avec le plan d'incidence. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action de l'acide fluorhydrique et du fluor sur le verre.* Note de M. **Henri Moissan**.

« Depuis longtemps déjà, différents expérimentateurs ont insisté sur l'action que peut exercer une impureté sur la mise en train d'une réaction. On a discuté pour savoir si tel corps, par exemple, qui se combine avec facilité à l'oxygène, ne deviendrait pas inerte ou si sa température de réaction ne serait pas reculée par suite de la présence d'une trace d'eau. Ces expériences touchent à des questions théoriques intéressantes; mais, à cause des difficultés qu'elles présentent, on comprend fort bien qu'elles aient été souvent contredites. Il nous suffira de rappeler sur ce sujet les travaux de Dubrunfaut et ceux de Dumas, ainsi que les expériences plus récentes sur le même sujet de Brereton Baker, de Dixon, de Gutmann et de Lang.

» D'autre part, nous rappellerons aussi que, dans ses études de Thermochimie, M. Berthelot a insisté maintes fois sur le rôle important, au point de vue de la combinaison, que peut jouer une trace d'un composé intermédiaire qui se forme, se dédouble, puis se reproduit ainsi sans cesse, entraînant enfin l'union totale des deux corps mis en réaction.

» Nous avons pensé que cette étude de l'influence d'une trace d'impureté pouvait être reprise au moyen du fluor; ce corps simple étant le plus actif de tous ceux que nous connaissons.

» On sait que, dans des expériences déjà anciennes, Louyet avait indiqué que l'acide fluorhydrique sec n'attaquait pas le verre. On s'est servi quelquefois, pour constater l'attaque du verre par l'acide fluorhydrique

et les fluorures, de l'aspect que prenait le verre mis au contact de ces corps. Le verre était dépoli. Mais il peut arriver, quand l'acide fluorhydrique liquide réagit sur le verre dans des conditions de concentration déterminée, que le verre sorte de ce liquide avec un poli parfait, bien que, par la balance, on constate nettement une diminution de poids. Le phénomène est analogue au polissage de certains calcaires durs par l'action de l'acide chlorhydrique étendu.

» Nous avons déjà fait remarquer ([1]) que les expériences de Louyet comportaient une autre cause d'erreur. Ce savant avait desséché son acide fluorhydrique au moyen d'anhydride phosphorique, et il pensait ainsi obtenir des vapeurs d'acide fluorhydrique absolument privées d'eau. Or, l'anhydride fluorhydrique réagit à la température ordinaire sur l'anhydride phosphorique pour donner naissance à un gaz que nous avons découvert en 1886 : l'oxyfluorure de phosphore PFl^3O. Ce gaz sec n'attaque pas le verre.

» *Action de l'acide fluorhydrique sur le verre.* — Pour étudier l'action de l'acide fluorhydrique sur le verre, nous avons décomposé d'abord des fluorures exactement privés d'eau par l'acide sulfurique monohydraté bouilli dans un tube de verre retourné sur du mercure bien sec. Dans ces conditions, il se produit rapidement de l'acide fluorhydrique qui reste gazeux pour peu que la température soit supérieure à $+20^\circ$, et le verre est de suite attaqué. Mais on peut objecter à ces expériences que l'acide sulfurique monohydraté contient de l'eau et que l'acide fluorhydrique formé n'est pas absolument sec. Si l'on remplace l'acide sulfurique monohydraté par l'acide de Nordhausen riche en anhydride sulfurique, on voit se dégager un corps gazeux qui ne tarde pas à se condenser dans l'excès de liquide acide et qui est formé en grande partie d'acide fluosulfonique étudié par Thorpe et Walter Kirman.

» Dans ces expériences, le verre est encore attaqué.

» Pour éviter les objections dues à l'emploi de l'acide sulfurique qui dissout l'acide fluorhydrique, nous avons fait réagir l'anhydride fluorhydrique sur le verre absolument sec.

» L'expérience était disposée de la façon suivante : Une nacelle de platine, remplie de fluorhydrate de fluorure de potassium fondu dans un courant de gaz sec, était introduite, encore chaude et à l'abri de l'humidité

([1]) *Action de l'anhydride fluorhydrique sur l'anhydride phosphorique* (*Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. V, p. 458).

de l'air, dans un tube de platine parfaitement desséché. Ce tube de platine était fermé par des ajutages à vis de même métal. Il était traversé par un courant de gaz carbonique pur, séché par de la ponce phosphorique et de la tournure brillante de sodium. Il n'entrait pas naturellement dans tout l'appareil de liège ou de caoutchouc. Les joints étaient formés de tubes à frottement doux, recouverts de paraffine, corps qui n'est pas attaqué par l'acide fluorhydrique.

» L'extrémité de l'ajutage de platine, qui était disposé après la nacelle renfermant le fluorure, venait déboucher dans un tube de verre recourbé en forme d'U et qui avait été séché au préalable avec le plus grand soin. L'autre branche du tube en U laissait passer un tube abducteur dont l'extrémité trempait dans du mercure recouvert d'acide sulfurique. Cette expérience étant ainsi préparée, on laissait passer le courant d'acide carbonique absolument sec, pendant deux heures à la température ordinaire. On interceptait ensuite le courant de gaz et l'on chauffait lentement la nacelle contenant le fluorure. De l'acide fluorhydrique gazeux se produisait aussitôt en abondance et, dès qu'il arrivait au contact du verre, ce dernier était d'abord dépoli, puis rapidement corrodé. Après une expérience de quinze minutes, le tube avait perdu de son poids une quantité de $0^{gr},532$.

» Cette expérience, répétée plusieurs fois, nous a toujours donné les mêmes résultats.

» La conclusion que nous en tirons est la suivante : l'acide fluorhydrique gazeux attaque le verre à la température ordinaire.

» *Action du fluor sur le verre.* — Nous devons rappeler tout d'abord que le fluor liquide obtenu vers $-187°$ par M. Dewar et l'auteur de cette Note n'agissait pas sur le verre à cette basse température. Mais, dans toutes les expériences sur le fluor gazeux que nous avons décrites jusqu'ici, ce gaz attaquait toujours le verre. Nous rappellerons que ce fluor était préparé par électrolyse du fluorure de potassium en solution dans l'acide fluorhydrique. Par suite d'une action secondaire du métal alcalin mis en liberté au pôle négatif, l'hydrogène se dégageait à ce pôle, tandis qu'au pôle positif on recueillait le fluor. Ce corps simple était purifié des vapeurs d'acide fluorhydrique qu'il entraînait forcément, par son passage dans un petit serpentin de cuivre maintenu à $-23°$, enfin, par son contact avec du fluorure de sodium bien sec. Le fluor, ainsi préparé, ne fumait plus à l'air; mais, comme nous le faisions remarquer plus haut, il attaquait toujours le verre. Après avoir varié l'expérience que nous avons décrite précédemment, et

nous être assuré qu'une très petite quantité d'acide fluorhydrique répandue dans un gaz inerte suffisait pour dépolir le verre, nous avons cherché à retenir avec plus de soin les dernières traces d'acide fluorhydrique, et pour cela nous nous sommes adressé à un procédé physique.

» L'acide fluorhydrique bout à $+19°,5$; il se solidifie d'après Wroblesky à la température de $-92°$. Nous avons pensé que, étant donné le point de liquéfaction du fluor, $-187°$ (Moissan et Dewar), et celui de l'acide fluorhydrique, il nous serait facile de débarrasser le gaz fluor des dernières traces d'acide en portant le mélange gazeux à une température un peu supérieure au point de liquéfaction du gaz fluor ([1]).

» Le fluor, préparé dans un appareil de cuivre et purifié ainsi que nous l'avons indiqué précédemment, passait ensuite dans un petit tube de verre plongé dans l'air liquide ([2]). L'extrémité de ce tube en U était terminée par une série d'ampoules séparées les unes des autres par des parties étranglées. L'extrémité du tube à ampoules était mise en communication avec une atmosphère d'air absolument desséché. On produit ensuite un dégagement régulier de gaz fluor et bientôt tout l'air de l'appareil est chassé par déplacement. Le tube de verre s'emplit de gaz fluor, on scelle les ampoules dans la partie étranglée au moyen de la flamme du chalumeau. Le fluor réagissant sur le verre sec, dans la partie étranglée même chaude, ne peut pas produire la plus petite quantité d'acide fluorhydrique, puisqu'il n'y a pas d'hydrogène en présence.

» Après l'expérience, on reconnaît que le verre n'a pas été dépoli et j'ai l'honneur de mettre sous les yeux de l'Académie plusieurs de ces ampoules remplies de fluor, préparées depuis deux semaines et dont la surface a conservé le brillant du premier jour.

» Une de ces ampoules est-elle portée sur la cuve à mercure? On voit, en brisant la pointe, que le mercure monte, dans le tube de verre, d'une petite quantité; qu'il se forme, à la surface du métal, une petite couche de crasse de fluorure de mercure et que l'attaque s'arrête. Nous avons pu conserver ainsi pendant plusieurs jours du fluor pur dans des appareils de verre sur la cuve à mercure. Si l'on agite le tube, la pellicule de fluorure

---

([1]) Nous ajouterons que cette méthode peut être employée pour séparer des traces d'eau dans les gaz, et que nous l'utilisons dans l'étude de quelques réactions.

([2]) Nous donnerons le détail de ces expériences dans le Mémoire que nous publierons dans les *Annales de Chimie et de Physique*.

se brise, et l'absorption se produit avec facilité. L'ampoule s'emplit alors complètement de mercure et, si ce métal est bien privé d'humidité, l'attaque du verre n'a pas lieu.

» Nous avons reconnu ensuite que ces expériences pouvaient réussir en refroidissant l'acide fluorhydrique à une température moins basse que celle fournie par l'air liquide, à condition que le fluorure de sodium qui sert à purifier le fluor soit bien sec. Nous avons condensé les vapeurs d'acide fluorhydrique entraînées, grâce à un mélange d'acide carbonique et d'acétone, qui donne avec facilité — 85°. Nous avons pu alors préparer, avec du verre sec, un certain nombre de ces ampoules et nous avons reconnu que le fluor bien exempt de vapeurs d'acide fluorhydrique n'attaquait pas à la température ordinaire le cristal, le verre blanc, le verre vert et le verre de Bohême. Bien plus, des ampoules de ces différents verres, remplies de fluor et maintenues deux heures à une température de 100° dans l'eau bouillante, n'ont pas été attaquées. Il va de soi que ces expériences ne réussissent qu'avec des verres absolument secs et propres. La plus petite trace de matière organique adhérant au verre étant brûlée par le fluor à la température ordinaire et fournissant de l'acide fluorhydrique, ce dernier intervient plus ou moins rapidement et l'attaque se produit.

» Je considère cette dernière expérience comme importante, car elle semble bien démontrer l'action exercée sur le verre par une très petite quantité d'acide fluorhydrique noyée dans un grand excès de gaz fluor. Si l'une de nos ampoules de verre, remplies de fluor, contient une impureté organique imperceptible, adhérente à la paroi, on ne voit aucune attaque se produire tout d'abord. Mais plusieurs jours après, la surface du verre devient irisée, puis un léger voile se forme autour du point où se trouvait la matière organique, et finalement tout l'intérieur de l'ampoule ne tarde pas à se dépolir.

» Dans une autre expérience, nous avions du fluor placé dans un tube de verre sur le mercure sec depuis trois jours et le tube avait conservé toute sa transparence. Nous avons alors fait passer dans ce tube un petit fragment de fluorure de potassium fondu, corps très hygroscopique qui avait fixé pendant deux minutes de contact avec l'air atmosphérique une petite quantité d'humidité. Dès que ce fluorure eut pénétré dans l'atmosphère gazeuse de fluor, on vit en quelques minutes le tube s'iriser à sa partie inférieure et cette irisation ne tarda pas à s'élever dans tout le tube.

» Nous ajouterons que, pour nettoyer complètement nos ampoules de verre de toute trace de matière organique, nous avons liquéfié le fluor

dans un petit serpentin de verre, puis en laissant ce serpentin reprendre une température plus élevée, nous avons balayé ainsi tout le tube à ampoules par du gaz fluor qui ne laisse subsister aucune matière organique. Les ampoules sont ensuite scellées et le verre n'est plus attaqué.

» Ces expériences nouvelles, en nous permettant de manier le fluor pur sur la cuve à mercure dans des appareils en verre, nous ont permis de donner une forme nouvelle à la combustion du soufre, de l'iode, du brome, du silicium et du carbone.

» Les corps gazeux qui se produisent dans ces réactions peuvent, dès lors, être étudiés avec plus de facilité et l'on peut se rendre compte de suite des variations de volume. Nous aurons bientôt l'honneur de présenter à l'Académie les résultats de ces nouvelles recherches. »

M. **Ad. Carnot** fait hommage à l'Académie d'un nouveau Recueil de 122 analyses exécutées sous sa direction, au Bureau d'essai de l'École des Mines, sur des eaux minérales françaises, pendant les cinq dernières années (1894-1899). Ce travail fait suite à deux autres séries qu'il avait déjà publiées dans les *Annales des Mines,* en 1884 et en 1894, et qui comprenaient ensemble 462 analyses exécutées dans la période de 1845 à 1894 (50 années).

L'auteur fait remarquer que la progression continuelle des demandes d'analyses de ce genre témoigne à la fois de la richesse du sol français en sources minérales et de l'intérêt croissant qui s'attache à leur recherche et à leur analyse scrupuleusement exacte.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **A. Guépin** adresse un Mémoire sur « L'Étiologie générale des maladies de la prostate ».

(Commissaires : MM. Bouchard, Guyon, Brouardel.)

M. **Germain** adresse, de Mesle-sur-Sarthe, un Mémoire intitulé : « Théorie de la pression universelle ».

(Renvoi à la Section de Physique.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** invite l'Académie à lui désigner deux candidats à la place de Membre Astronome devenue vacante au Bureau des Longitudes par suite du décès de M. *Tisserand*.

(Renvoi à la Section d'Astronomie.)

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un Ouvrage ayant pour titre : « Miscellanées biologiques », dédiées au professeur *Alfred Giard* à l'occasion du 25e anniversaire de la fondation de la station zoologique de Wimereux, 1874-1899. (Présenté par M. Darboux.)

2° Une brochure de M. *S. de Glasenapp*, intitulée : « Mesures micrométriques d'étoiles doubles faites à Domkino et à Saint-Pétersbourg ». (Présentée par M. Lœwy.)

3° Le Traité sur l'astrolabe plan de Sévère Sabokt, écrit au VIIe siècle, d'après des sources grecques, texte syriaque et traduction française, par M. l'abbé *Nau*. (Présenté par M. Wolf.)

ASTRONOMIE. — *Observation de l'essaim des Léonides, faite à l'Observatoire de Paris, du* 13 *au* 16 *novembre* 1899. Note de M. **G. Bigourdan**, communiquée par M. Lœwy.

« On pouvait attendre, cette année, une chute abondante de Léonides, analogue à celles du même essaim qui ont été observées en 1766, 1799, 1833 et 1866. M. Lœwy, directeur de l'Observatoire, m'ayant chargé de cette observation, les préparatifs nécessaires avaient été faits, tant pour l'observation directe que pour l'inscription photographique.

» Outre Mlle Klumpke, l'observation directe a été faite avec le concours de MM. J. Mascart, Boinot, Fayet, Le Morvan, Pourteau, A. Chatelu et R. Coniel. Pour la photographie, organisée avec l'aide de M. Guénaire, nous avons installé six objectifs et une lunette viseur sur une monture équatoriale provisoire, entraînée par un mouvement d'horlogerie. Les

objectifs photographiques couvraient, autour du radiant, un espace utile d'environ 25° de rayon.

» La Lune, presque pleine, n'a permis de voir que les météores les plus brillants. Le ciel n'a été découvert que dans les nuits du 15 au 16 et du 16 au 17 novembre; dans celle du 13 au 14 un épais brouillard a régné constamment, et il est revenu vers 2^h du matin dans la nuit du 14 au 15. D'ailleurs, le Lion se levant assez tard, les observations ne pouvaient être commencées utilement que vers minuit.

» Dans l'intervalle des observations, on n'a jamais aperçu que de rares météores, soit 15 dans la nuit du 15 au 16 et 4 dans celle du 16 au 17. Aussi on n'a pu photographier aucune trace. Mais l'installation faite dans ce but pourra être utilisée à l'avenir, aux époques de l'année où les étoiles filantes sont le plus nombreuses. »

ASTRONOMIE. — *Observation des Léonides, à l'observatoire de Toulouse.* Note de M. **Baillaud**, présentée par M. Lœwy.

« Les Léonides ont été surveillées à l'observatoire par tous les astronomes successivement, du 13 novembre au 16 inclusivement. Dans la nuit du 13, MM. Besson et Saint-Blancat; dans celle du 14, MM. Montangerand et Rossard n'ont aperçu que quelques astéroïdes. Le 16, de 13^h à 17^h20^m, M. Baillaud n'en a aperçu aucun.

» L'apparition a eu lieu dans la nuit du 15. Les observations ont été faites de minuit jusqu'au jour par MM. Rossard et Bourget. Les trajectoires des quarante-trois étoiles vues ont été inscrites par M. Rossard sur une carte que nous avait envoyée la Société astronomique de France. Les étoiles étaient généralement faibles et la longueur des trajectoires visibles ne dépassait généralement pas dix degrés. Trente-cinq de ces trajectoires, prolongées, passent plus ou moins grossièrement dans le voisinage de ζ Lion. On a observé :

	Astéroïdes.
de 13^h à 14^h......	4
de 14 à 15......	6
de 15 à 16......	3
de 16 à 17......	16
de 17 à 18......	14

» Au début les étoiles ont été vues entre le point radiant et le pôle, par

des ascensions droites plus fortes que celles de ζ Lion; ensuite dans la région opposée par rapport à ζ Lion.

» Des clichés photographiques faits par M. Montangerand à la lunette photographique d'un mètre montée sur l'équatorial Brunner, et par M. Bourget au moyen d'un objectif de photographe, n'ont rien donné. »

ASTRONOMIE. — *Observation de l'essaim des Léonides.* Note de M. H. **Deslandres**, présentée par M. Janssen.

« J'ai pris des dispositions spéciales à l'observatoire de Meudon pour l'observation de l'essaim des météores de novembre, appelé *essaim des Léonides,* qui devait présenter cette année un maximum analogue aux maxima constatés en 1799, 1833 et 1866.

» Le calcul des perturbations exercées par les planètes Jupiter et Saturne avait permis de prévoir un déplacement du gros de l'essaim, et il convenait de reconnaître avec un soin particulier les trajectoires des météores et le point radiant.

» Aussi je me suis proposé d'essayer l'enregistrement photographique des météores qui est assurément difficile, mais est seul capable de fournir leur trajectoire exacte.

» Le principal obstacle à la photographie des météores est, comme on sait, l'insuffisance de la plaque photographique, qui, pour les phénomènes lumineux très courts, est de beaucoup inférieur à l'œil humain (1). Les essais faits récemment en Amérique ont montré que, même avec un objectif de $0^m,20$, on ne pouvait photographier les météores d'un éclat inférieur à la 2e grandeur.

» D'autre part l'observatoire de Meudon ne possède pas encore les montures équatoriales spéciales et les nombreux objectifs spéciaux qui conviennent pour cette étude.

» J'ai utilisé des objectifs quelconques, appartenant à l'observatoire, ou prêtés par des particuliers (2), à savoir deux objectifs de Darlot de $0^m,15$

(1) Si l'on admet que les étoiles qui, avec un objectif, sont à la limite de visibilité, exigent une pose d'une heure pour être photographiées, avec un objectif de même ouverture, le rapport entre les sensibilités de l'œil et de la plaque photographique serait le rapport entre $\frac{1}{10}$ de seconde et une heure, soit $\frac{1}{36000}$.

(2) Je remercie vivement M. Lesage, qui m'a prêté aimablement deux objectifs.

et $0^m,20$, un objectif de $0^m,12$ de Voigtlander, un objectif de $0^m,07$ de Suter, un de $0^m,05$ de Dallmeyer, et deux objectifs de Zeiss de $0^m,07$ et $0^m,04$; en tout sept objectifs qui ont été répartis sur l'équatorial de huit pouces, sur la monture équatoriale des observations solaires, et sur le sidérostat polaire nouvellement monté à l'observatoire.

» Dans la photographie des météores, qui diffère de la photographie des étoiles, la quantité de lumière concentrée par un objectif en un point de l'image du météore est proportionnelle à $\frac{a^2}{f}$, a étant l'ouverture et f la distance focale. Il faut donc employer des objectifs aussi larges que possible, avec une distance focale aussi faible que possible, et j'ajouterai avec un champ de netteté aussi étendu que possible. Cette dernière condition, très importante, n'était réalisée que par les deux objectifs de Zeiss qui, par contre, avaient une faible ouverture.

» Le champ total des sept objectifs pouvait être représenté par un rectangle de 50° sur 40°. Mais la région parcourue par les météores est beaucoup plus étendue.

» L'observation a été poursuivie dans l'intervalle de temps indiqué pour le passage du gros de l'essaim, c'est-à-dire dans la deuxième partie de la nuit du 14 au 15, et pendant la nuit entière du 15 au 16; les observateurs étant MM. Deslandres, Millochau, Corroyer, Burson et d'Azambuja. Trois observateurs étaient employés aux appareils photographiques et les deux autres alternativement à l'observation oculaire.

» Les résultats sont les suivants :

» Dans la nuit du 14 au 15, l'observation a été arrêtée par un brouillard qui, à partir de 1^h30^m, a été opaque. Deux séries de plaques ont été exposées sans résultat. A l'œil, de 9^h à 1^h30^m, on a compté 10 météores.

» Dans la nuit du 15 au 16, l'observation a été poursuivie de 9^h du soir à 6^h30^m du matin; elle a été gênée par la Lune et par une brume assez légère, mais persistante.

» A l'œil, on a relevé 40 météores, dont 36 Léonides, quatre étant de 1re grandeur et neuf de 2e grandeur, la plupart étant d'ailleurs éloignées du point radiant. Deux météores de 2e grandeur se sont trouvés sûrement dans le champ des appareils photographiques (lesquels ont reçu huit séries de plaques), mais aucune trace nette n'a pu être relevée sur les épreuves. Cet insuccès est attribuable à la Lune qui voilait les plaques, à la faible transparence de l'air et aussi à l'insuffisance des objectifs.

» Les heures de passage des 40 météores et les trajectoires approchées

de 30 météores relevées sur nos Cartes seront publiées dans un Mémoire ultérieur.

» En résumé, malgré les conditions défavorables de l'observation, on peut affirmer que, dans la nuit du 15 au 16, la Terre n'a pas été traversée par l'essaim très dense des passages de 1833 et de 1866. »

ASTRONOMIE. — *Observations des nouvelles planètes* (EW) *et* (ER), *faites à l'observatoire d'Alger, à l'équatorial coudé de* $0^m,316$ *d'ouverture*, par MM. **Rambaud** et **Sy**, présentées par M. Lœwy.

Dates. 1899.	Étoiles.	Planète. — Étoile. Ascension droite.	Déclinaison.	Nombre de compar.	Observ.
		EW.			
Novembre 7....	*a*	— 4ᵐ. 7ˢ,05	—11′. 9″,0	10:10	R
8....	*a*	— 4.57,30	—12.47,6	12: 8	R
9....	*a*	— 5.51,08	—14.30,6	20:14	R
10....	*b*	+ 1. 9,50	— 6.29,6	12: 8	R
10....	*b*	+ 1. 9,31	— 6.30,1	12: 8	S
13....	*b*	— 1. 8,21	—10.10,9	9: 6	R
13....	*b*	— 1. 9,08	—10.10,9	12: 8	S
		ER.			
8....	*c*	— 0.24,53	—11.22,7	12:10	R
9....	*c*	— 1.12,15	—10.38,4	21:14	R
10....	*d*	+ 0. 7,81	—10.14,1	12:12	S
10....	*d*	+ 0. 7,43	—10.15,6	12:12	R

Positions des étoiles de comparaison.

Dates. 1899.	⋆	Asc. droite moyenne 1899,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1899,0.	Réduction au jour.	Autorités.
Nov. 7..	*a*	1ʰ.58ᵐ.46ˢ,93	+4ˢ,96	+ 8°.10′.24″,6	+26″,2	Leipzig II, n° 783.
8..	*a*	»	+4,96	»	+26,2	»
9..	*a*	»	+4,97	»	+26,1	»
10..	*b*	1.51. 2,59	+4,94	+ 8. 1. 4,5	+26,6	Leipzig II, n° 737.
13..	*b*	»	+4,95	»	+26,6	»
8..	*c*	1.25.34,72	+4,82	+ 5.27.10,6	+27,8	Leipzig II, n° 560.
9..	*c*	»	+4,82	»	+27,9	»
10..	*d*	1.23.36,26	+4,81	+ 5.27.28,7	+27,8	Leipzig II, n° 545.

Positions apparentes des planètes.

Dates. 1899.	Temps moyen d'Alger.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.
		EW.			
	h m s	h m s		° ′ ″	
Nov. 7.....	8.35. 2	1.54.44,84	$\bar{1},416_n$	+ 7.59.41,8	0,627
8.....	8.58.27	1.53.54,59	$\bar{1},321_n$	+ 7.58. 3,2	0,637
9.....	11.27.34	1.53. 0,82	$\bar{1},018$	+ 7.56.20,1	0,630
10.....	9.35.36	1.52.17,03	$\bar{1},073_n$	+ 7.55. 1,5	0,631
10.....	9.47.20	1.52.16,84	$\bar{2},976_n$	+ 7.55. 1,0	0,630
13.....	10.14.43	1.49.59,33	$\bar{2},025_n$	+ 7.51.20,2	0,629
13.....	10.35.36	1.49.58,46	$\bar{2},545$	+ 7.51.20,2	0,629
		ER.			
Nov. 8.....	10. 7.46	1.25.15,01	$\bar{2},097_n$	+ 5.16.15,7	0,663
9.....	12.16.57	1.24.27,39	$\bar{1},402$	+ 5.17. 0,1	0,672
10.....	10.26.52	1.23.48,88	$\bar{2},667$	+ 5.17.42,4	0,663
10.....	10.36.16	1.23.48,50	$\bar{1},819$	+ 5.17.40,9	0,663

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations du Soleil, faites à l'observatoire de Lyon (équatorial Brunner de* 0m,16) *pendant le deuxième trimestre de* 1899. Note de M. **J. Guillaume**, présentée par M. Mascart.

« Ces observations sont résumées dans les Tableaux suivants dont l'explication est donnée page 94 du Tome CXXIX des *Comptes rendus*.

» Voici les principaux faits qui en résultent :

» Il y a eu 59 jours d'observation dans ce trimestre ([1]).

» *Taches*. — On a noté dans ce trimestre 16 groupes de taches et une surface totale de 1096 millionièmes au lieu de 18 groupes et 1385 millionièmes; on voit qu'il y a une diminution peu sensible quant au nombre de groupes, mais assez forte en ce qui concerne les surfaces. La répartition des groupes entre les deux hémisphères est de 10 au lieu de 14 au sud, et de 6 au lieu de 4 au nord.

» L'activité des phénomènes solaires présente des fluctuations rapides bien remarquables; ainsi, après un minimum accentué en mai, on a pu

([1]) Il y a eu une interruption de 13 jours entre le 26 mars et le 10 avril.

voir à l'œil nu, en juin, une belle tache qui a traversé le méridien central le 29 à $+6°$ de latitude; la présence de cette tache est extraordinaire si l'on considère que nous sommes au voisinage de l'époque d'un *minimum* de ces phénomènes.

» Enfin on a noté 6 jours sans taches (5 en mai, et 1 en juin); ce nombre était précédemment de 12.

» *Régions d'activité.* — Les facules continuant à diminuer, on a au total 27 groupes avec une surface de 30,9 millièmes au lieu de 46 groupes et 41,0 millièmes. Cette diminution s'est produite presque entièrement au sud de l'équateur où l'on a 15 groupes au lieu de 32; soit 17 groupes en moins, tandis qu'au nord on compte 12 groupes au lieu de 14, soit 2 groupes en moins seulement.

TABLEAU I. — *Taches.*

Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'observations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes S.	Latitudes moyennes N.	Surfaces moyennes réduites.
		Avril 1899. — 0,00			
27	1	1,9	−11		272
10-17	5	15,3	−7		83
10-12	2	16,6		+4	22
12-15	3	16,8	−10		19
17-22	2	22,7	−6		13
20-27	7	26,2		+11	28
24-5	11	29,2	−12		111
	14 j.		−9°,2	+7°,5	
		Mai 1899. — 0,21.			
12-20	6	17,7	−8		21
20	1	25,2		+6	5
20-1	10	26,4	−12		47
	24 j.		−10°,0	+6°,0	
		Juin 1899. — 0,05			
5-12	4	7,0		+6	20
3-10	7	9,4		+6	44
8-17	7	13,2	−9		22
12-19	7	17,2	−13		80
16-19	3	21,9	−10		27
24-4	7	29,4		+6	382
	21 j.		−10°,7	+6°,0	

TABLEAU II. — *Distribution des taches en latitude.*

1899.	Sud. 90°-40°.	Sud. 40°-30°.	Sud. 30°-20°.	Sud. 20°-10°.	Sud. 10°-0°.	Sud. Somme.	Nord. Somme.	Nord. 0°-10°.	Nord. 10°-20°.	Nord. 20°-30°.	Nord. 30°-40°.	Nord. 40°-90°.	Totaux mensuels.	Surfaces moyennes réduites.
Avril	»	»	»	2	3	5	2	1	1	»	»	»	7	448
Mai	»	»	»	1	1	2	1	1	»	»	»	»	3	73
Juin	»	»	»	1	2	3	3	3	»	»	»	»	6	575
Totaux	»	»	»	4	6	10	6	5	1	»	»	»	16	1096

TABLEAU III. — *Distribution des facules en latitude.*

1899.	Sud. 90°. 40°.	40°. 30°.	30°. 20°.	20°. 10°.	10°. 0°.	Somme.	Nord. Somme.	0°. 10°.	10°. 20°.	20°. 30°.	30°. 40°.	40°. 90°.	Totaux mensuels.	Surfaces moyennes réduites.
Avril.......	»	»	»	3	3	6	5	3	2	»	»	»	11	9,6
Mai........	»	»	»	2	2	4	3	1	2	»	»	»	7	6,1
Juin........	»	»	»	4	1	5	4	3	1	»	»	»	9	15,2
Totaux...	»	»	»	9	6	15	12	7	5	»	»	»	27	30,9

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Contribution à la théorie de la fonction* $\zeta(s)$ *de Riemann.* Note de M. **EDM. LANDAU**, présentée par M. Jordan.

« On sait que, pour tous les s dont la partie réelle est supérieure à 1, on a

$$\frac{1}{\zeta(s)} = \sum_{k=1}^{\infty} \frac{\mu(k)}{k^s} \quad \text{et} \quad \frac{\zeta'(s)}{\zeta^2(s)} = \sum_{k=1}^{\infty} \frac{\mu(k)\log k}{k^s},$$

où $\mu(k) = 1$ pour $k = 1$, $= 0$ si k est divisible par un carré supérieur à 1, et, dans les autres cas, $= (-1)^\rho$, ρ désignant le nombre des facteurs premiers de k. Il en résulte facilement que, si les deux séries formant les seconds membres de ces deux équations sont convergentes pour $s = 1$, les valeurs de leurs sommes sont respectivement 0 et -1, et la difficulté ne consiste qu'à prouver leur convergence. Le premier de ces deux théorèmes

$$\sum_{k=1}^{\infty} \frac{\mu(k)}{k} = 0$$

a été énoncé déjà en 1748 par Euler (1); il a été démontré pour la première fois par M. von Mangoldt (2), ensuite par moi (3) et enfin par M. de la

(1) *Introductio in analysin infinitorum*, t. I, Ch. XV, n° 277, Lausanne, 1748.

(2) *Beweis der Gleichung* $\sum_{k=1}^{\infty} \frac{\mu(k)}{k} = 0$ (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Berlin*, p. 835-852; 1897).

(3) *Neuer Beweis der Gleichung* $\sum_{k=1}^{\infty} \frac{\mu(k)}{k} = 0$ (*Thèse*, Berlin; 1899).

Vallée-Poussin ([1]), qui a même démontré que le produit de $\log x$ par la somme $\sum_{1}^{x} \frac{\mu(k)}{k}$ reste fini, soit $\leqq c$, pour $x = \infty$. Quant au deuxième théorème

$$\sum_{k=1}^{\infty} \frac{\mu(k)\log k}{k} = -1,$$

il a été énoncé déjà en 1832 par Möbius ([2]); mais on n'a pas encore réussi jusqu'ici à le démontrer; l'objet du présent Mémoire est de combler cette lacune.

» En désignant $\sum_{1}^{x} \frac{\mu(k)}{k}$ par $g(x)$ [$g(x)$ doit signifier o pour $x < 1$], $\sum_{1}^{x} \frac{\mu(k)\log k}{k}$ par $f(x)$, et en définissant $\varepsilon(x)$ au moyen de l'égalité

$$\sum_{p \leqq x} \log p = x[1 + \varepsilon(x)]$$

[$|\varepsilon(x)|$ est toujours $\leqq 1$ (Mertens) ([3]) et $\leqq a\, e^{-b\sqrt{\log x}}$ (de la Vallée-Poussin) ([4]), a et b désignant deux constantes positives; j'entends o par $\varepsilon(0)$], on a ([5])

$$(1) \quad \left\{ \begin{aligned} -f(x) = 1 &+ \sum_{\nu=1}^{x} \varepsilon(\nu)\left[g\left(\frac{x}{\nu}\right) - g\left(\frac{x}{\nu+1}\right)\right] + \sum_{\nu=1}^{x} \frac{\varepsilon(\nu-1)}{\nu} g\left(\frac{x}{\nu}\right) \\ &+ \sum_{p \leqq x} \log p \left[\frac{1}{p^2} g\left(\frac{x}{p^2}\right) + \frac{1}{p^3} g\left(\frac{x}{p^3}\right) + \ldots\right]. \end{aligned} \right.$$

» Je me propose de montrer que chacune de ces trois sommes a, pour $x = \infty$, la limite o.

» Quant à la première, je la décompose en trois parties, limitées par 1,

---

([1]) *Sur la fonction $\zeta(s)$ de Riemann et le nombre des nombres premiers inférieurs à une limite donnée* (*Mémoires couronnés et autres Mémoires publiés par l'Académie royale de Belgique*, t. LIX; 1899).

([2]) *Ueber eine besondere Art von Umkehrung der Reihen* (*Journal de Crelle*, t. 9, p. 122).

([3]) *Ein Beitrag zur analytischen Zahlentheorie* (*Journal de Crelle*, t. 78, p. 48).

([4]) *Loc. cit.*, p. 54.

([5]) *Neuer*, etc., p. 12.

$\sqrt{\log x}$, $\sqrt{x}$ et x. On a

1°
$$\left\{\begin{aligned}&\left|\sum_{1}^{(\sqrt{\log x})} \varepsilon(\nu)\left[g\left(\frac{x}{\nu}\right)-g\left(\frac{x}{\nu+1}\right)\right]\right| \leqq c \sum_{1}^{(\sqrt{\log x})}\left[\frac{1}{\log x-\log \nu}+\frac{1}{\log x-\log(\nu+1)}\right] \\ &\qquad \leqq 2c \sum_{1}^{(\sqrt{\log x})} \frac{1}{\log x-\log(\sqrt{\log x}+1)} \leqq 2c\, \frac{\sqrt{\log x}}{\log x-\log(\sqrt{\log x}+1)};\end{aligned}\right.$$

cette somme a donc, pour $x=\infty$, la limite o

2°
$$\left|\sum_{(\sqrt{\log x})+1}^{(\sqrt{x})} \varepsilon(\nu)\left[g\left(\frac{x}{\nu}\right)-g\left(\frac{x}{\nu+1}\right)\right]\right| \leqq a \sum_{(\sqrt{\log x})+1}^{(\sqrt{x})} e^{-b\sqrt{\log \nu}} \sum_{\frac{x}{\nu+1}<k\geqq\frac{x}{\nu}} \frac{1}{k}.$$

Or, comme $\nu^2 \overline{\gtrless} x$, on démontre aisément que

$$\sum_{\frac{x}{\nu+1}<k\leqq\frac{x}{\nu}} \frac{1}{k} = \sum_{1}^{\left(\frac{x}{\nu}\right)} \frac{1}{k} - \sum_{1}^{\left(\frac{x}{\nu+1}\right)} \frac{1}{k} \leqq \log\left(1+\frac{1}{\nu}\right)+\frac{7}{\nu} \leqq \frac{8}{\nu}.$$

La somme en question est donc, en valeur absolue, inférieure à

$$8a \sum_{(\sqrt{\log x})+1}^{(\sqrt{x})} \frac{e^{-b\sqrt{\log \nu}}}{\nu}.$$

Or, l'intégrale

$$\int_{1}^{\infty} \frac{e^{-b\sqrt{\log \nu}}}{\nu}\, d\nu = \int_{0}^{\infty} e^{-b\sqrt{u}}\, du$$

étant finie, la série $\sum_{1}^{\infty} \frac{e^{-b\sqrt{\log \nu}}}{\nu}$ est convergente, de sorte que

$$\lim_{x=\infty} \sum_{(\sqrt{\log x})+1}^{(\sqrt{x})} \frac{e^{-b\sqrt{\log \nu}}}{\nu} = 0,$$

3°
$$\left\{\begin{aligned}&\left|\sum_{(\sqrt{x})+1}^{x} \varepsilon(\nu)\left[g\left(\frac{x}{\nu}\right)-g\left(\frac{x}{\nu+1}\right)\right]\right| \\ &\qquad \leqq a \sum_{(\sqrt{x})+1}^{x} e^{-b\sqrt{\log \nu}} \sum_{\frac{x}{\nu+1}<k\leqq\frac{x}{\nu}} \frac{1}{k} \leqq a e^{-b\sqrt{\log\sqrt{x}}} \sum_{1}^{x} \frac{1}{k} \leqq a e^{-\frac{b}{\sqrt{2}}\sqrt{\log x}}(\log x+1),\end{aligned}\right.$$

donc, à la limite, $=0$.

» Quant aux deux autres sommes de l'équation (1), vu que les séries $\sum_{1}^{\infty}\frac{|\varepsilon(\nu-1)|}{\nu}$ et $\sum_{2}^{\infty}\log p\left(\frac{1}{p^2}+\frac{1}{p^3}+\ldots\right)$ sont convergentes et que tous les facteurs $g\left(\frac{x}{\nu}\right)$ sont, en valeur absolue, $\leqq 1$ et tendent, pour tout ν, vers 0 pour x infini, il est évident qu'elles s'approchent, pour $x=\infty$, de la limite 0 (¹).

» Il résulte donc de l'équation (1) que

$$(2)\qquad \lim_{x=\infty} f(x) = \lim_{x=\infty}\sum_{k=1}^{x}\frac{\mu(k)\log k}{k}$$

existe et égale -1, et la démonstration promise est achevée. »

MÉCANIQUE RATIONNELLE. — *Sur les systèmes isolés simultanés.* Note de M. **Andrade**, présentée par M. Appell.

« I. On sait que les principes fondamentaux de la Mécanique affirment l'existence d'un espace absolu et d'une horloge absolue; ceux-ci fixent le sens de la loi de l'inertie et de la loi de l'égalité de l'action et de la réaction. Ce dernier principe déclare que les forces absolues qui agissent sur les différents points matériels de l'univers doivent se résoudre en forces mutuelles s'exerçant entre ces points, ou en d'autres termes que l'univers est un système isolé.

» II. Si l'on ne fait aucune autre hypothèse sur les forces absolues mutuelles, il est naturel de se demander si l'hypothèse fondamentale de la Mécanique peut être vérifiée par l'étude des seuls mouvements relatifs des points matériels supposés tous observables.

» La réponse est simple ; la vérification demandée est impossible lorsqu'on ne connaît qu'un seul système isolé; mais une vérification devient au contraire possible, si l'on connaît *deux* ou *plusieurs* systèmes isolés ou simultanés.

» III. Considérons, en effet, k systèmes isolés simultanés $S_1, S_2, \ldots, S_k$.

(¹) M. de la Vallée-Poussin, à qui j'avais communiqué ma démonstration, m'a indiqué que, pour la raison citée, la séparation de ces deux sommes en plusieurs parties était inutile.

Un système S_j renfermera n_j points dont je désignerai les coordonnées et la masse respectivement par

$$x_i^j,\ y_i^j,\ z_i^j;\quad m_i^j\qquad (i=1,2,3,\ldots,n_j).$$

» Les variations de ces coordonnées sont supposées évaluées dans un temps relatif t et dans le trièdre relatif R.

» D'autre part, le déplacement du trièdre R par rapport à l'espace absolu E sera défini par ses éléments cinématiques relatifs au temps t; la rotation instantanée et l'accélération angulaire de ce mouvement auront pour projections sur les axes relatifs

$$\left.\begin{matrix}p\\q\\r\end{matrix}\right\}\text{ pour la rotation;}\qquad \left.\begin{matrix}\pi\\\chi\\\rho\end{matrix}\right\}\text{ pour l'accélération angulaire.}$$

» Définissons de même au temps t la vitesse et l'accélération de l'origine du trièdre R par leurs projections sur les axes relatifs, savoir

$$\left.\begin{matrix}u\\v\\w\end{matrix}\right\}\text{ pour la vitesse;}\qquad \left.\begin{matrix}u'\\v'\\w'\end{matrix}\right\}\text{ pour l'accélération.}$$

» Ces éléments sont, d'ailleurs, unis par les équations différentielles

$$(1)\qquad \left\{\begin{aligned} u' &= \frac{du}{dt} + qw - rv,\\ v' &= \frac{dv}{dt} + ru - pw,\\ w' &= \frac{dw}{dt} + pv - qu;\end{aligned}\right.$$

$$(2)\qquad \left\{\begin{aligned} \varpi &= \frac{dp}{dt},\\ \chi &= \frac{dq}{dt},\\ \rho &= \frac{dr}{dt}.\end{aligned}\right.$$

» Soient encore A_i^j, B_i^j, C_i^j, les projections sur les axes relatifs de la force absolue appliquée à la masse m_i^j; pour un même système S_j, ces $3n_j$ éléments satisfont aux conditions de l'équilibre des corps rigides et dépendent par conséquent de $3n_j - 6$ arbitraires.

» Désignons enfin par θ le temps absolu, nous poserons $\frac{d\theta}{dt} = \omega$, puis

$$\frac{d\omega}{dt} = \omega'. \tag{3}$$

» Les équations du mouvement de la masse m_i^j seront la suivante et les deux qui en dérivent par permutation circulaire

$$(4)\quad \left\{ \begin{aligned} & m_i^j \Big[\frac{d^2 x_i^j}{dt^2} + 2q \frac{dz_i^j}{dt} \\ & \qquad - 2r \frac{dy_i^j}{dt} + p(px_i^j + qy_i^j + rz_i^j) \\ & \qquad\qquad - (p^2 + q^2 + r^2)x_i^j + \chi z_i^j - \rho y_i^j \Big] \\ & \qquad\qquad - m_i^j \left(\frac{dx_i^j}{dt} + qz_i^j - ry_i^j + u \right) \frac{\omega'}{\omega} = A_i^j \omega^2 - m_i^j u'. \end{aligned} \right.$$

» Les équations de la forme (4) sont au nombre de

$$3n_1 + 3n_2 + \ldots + 3n_k.$$

» En dehors des éléments du mouvement relatif observable, ces équations renferment : *d'abord* les dix quantités

$$p, \quad q, \quad r; \qquad \varpi, \quad \chi, \quad \rho; \qquad u' - u\frac{\omega'}{\omega}, \quad v' - v\frac{\omega'}{\omega}, \quad w' - w\frac{\omega'}{\omega}; \quad \frac{\omega}{\omega'};$$

puis les quantités d'où dépendent les forces et qui sont au nombre de

$$3n_1 + 3n_2 + \ldots + 3n_k - 6k.$$

» Les dix quantités précitées seront donc déterminées sous la réserve de $6k - 10$ équations de condition; de plus, en portant ces quantités dans les équations (2) et (3), nous aurons trois nouvelles équations de condition renfermant les dérivées troisièmes, par rapport à t, des coordonnées observables.

» Quant aux équations (1), elles définiront, après l'orientation relative des espaces E et R connue par les (p, q, r), la position de l'espace E à un mouvement uniforme près.

» De même, la valeur de ω définit l'horloge absolue.

» En définitive, nous avons donc $6k - 7$ équations de vérification dont trois contiennent les dérivées troisièmes des coordonnées.

» Ces équations n'existent d'ailleurs que si k est au moins égal à 2.

» IV. Une remarque intéressante mérite cependant d'être faite lorsque,

k étant égal à 1, on suppose que l'on connaisse une horloge absolue et l'état initial des forces; on peut alors déterminer les p, q, r à l'instant initial, et par le théorème des aires à tout instant, lorsque le système n'est pas condensé en ligne droite.

» L'orientation de l'espace absolu se rattache alors au temps absolu et à l'état initial des forces. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Théorie nouvelle des phénomènes optiques d'entraînement de l'éther par la matière.* Note de M. G. SAGNAC, présentée par M. Lippmann.

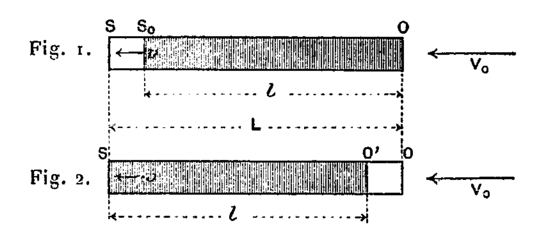
« Dans le mécanisme que j'ai imaginé pour expliquer la propagation de la lumière à travers la matière (*Comptes rendus* du 13 novembre dernier), je n'ai recours à aucune des hypothèses qui expliquent *dynamiquement* les phénomènes optiques d'« entraînement de l'éther par la matière (¹) ». Or, je n'ai eu rien à modifier dans mes hypothèses primitives pour trouver de tous les faits bien établis une explication purement *cinématique* d'ailleurs assez simple. Je rendrai compte dans cette Note du seul résultat positif acquis, dû à Fizeau : les vibrations lumineuses qui se propagent suivant l'axe d'un tube plein d'eau OS (*fig.* 1) sont *comme entraînées* par l'eau, quand ce liquide se renouvelle dans l'intérieur du tube fixe OS où il entre et d'où il sort par des ajutages latéraux avec une vitesse de quelques mètres par seconde.

» Je considère cet *effet-Fizeau* comme la résultante de deux effets simultanés :

» 1° *Effet de masse.* — Je supposerai, pour fixer les idées, que l'eau fuit devant la lumière dans le sens OS avec la vitesse v. Pendant que la lumière parcourt la longueur L du tube OS, une petite colonne d'eau S_0S s'écoule hors du tube. Le temps T' employé par la lumière pour parcourir de O en S la longueur L du tube *fixe* plein d'eau en mouvement est donc égal au temps employé par la lumière pour parcourir la longueur l de la colonne *mobile* d'eau qui, d'abord en OS_0 (*fig.* 1), se transporte en O'S (*fig.* 2) pendant que la lumière se propage de O en S. Le nombre de

(¹) Cf. : FRESNEL, *Ann. de Chim. et de Phys.*, t. IX, p. 57; 1818. — H. POINCARÉ, *Leçons sur la théorie mathématique de la lumière*, du 1ᵉʳ semestre 1887-1888; Chap. VIII, nᵒˢ 239 et 240.

couches de particules réellement traversées de O en S par la lumière est donc diminué de la fraction $\frac{S_0S}{OS}$ de sa valeur. Cette réduction de la *masse utile* de l'eau produit une égale réduction de la durée T de propagation



de O en S. Si V est la vitesse de propagation dans l'eau en repos, on peut remplacer $\frac{S_0S}{OS}$ par $\frac{v}{V}$ et la valeur de l'effet de masse est la diminution de durée de propagation [1] $T\frac{v}{V}$, c'est-à-dire $\frac{Lv}{V^2}$.

» 2° *Effet de mouvement.* — Après avoir tenu compte du *raccourcissement* de la colonne utile, il faut tenir compte de l'*état de mouvement* de cette colonne l qui se meut avec la vitesse v par rapport au tube OS. Il faut chercher de combien varie la durée de propagation de la lumière d'une extrémité à l'autre d'un cylindre de matière de longueur l quand ce cylindre fuit devant la lumière avec la vitesse v par rapport à l'éther du vide [2].

» Je rappelle que la vibration lumineuse transmise à l'extrémité S_0 de de la colonne OS_0 (*fig.* 3) est définie, dans ma manière de voir, comme la résultante d'un nombre théoriquement infini de *vibrations élémentaires* transmises par l'*éther du vide* et retardées par allées et venues entre les particules qui les réfléchissent. Soit une vibration élémentaire quelconque caractérisée par les réflexions sur des couches de particules en $r_1, r_2, \ldots, r_{2j-1}, r_{2j}, \ldots, r_{2p}$ (*fig.* 3). Les différents segments Or_1, r_1r_2, ..., $r_{2p}S_0$ représentés séparés sur la *fig.* 3 sont en réalité superposés suivant la direction du rayon réfracté qui joue aussi le rôle de rayon par rapport aux ondes élémentaires correspondant aux diverses vibrations élémentaires.

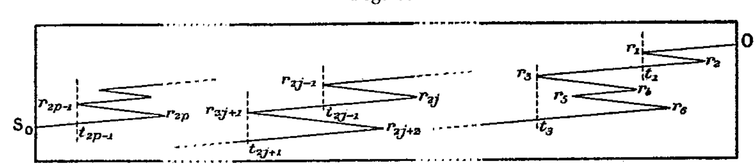
» Considérons les durées de parcours des différents *trajets doubles* tels que $r_1r_2t_1, \ldots, r_{2j-1}r_{2j}t_{2j-1}, \ldots$ mesurés dans la colonne mobile, qui sont

(1) Dans tout ceci, on néglige les quantités du second ordre qui sont, dans l'expérience de Fizeau, inférieures à la fraction 10^{-7} de l'effet principal.

(2) Il est facile de voir que, dans le dispositif de Fizeau, rigoureusement rien ne pourrait être changé au résultat si la terre était immobile par rapport à l'éther.

composés de deux trajets égaux et de sens inverses. Pendant que la vibration élémentaire se propage dans l'éther du vide de r_{2j-1} à r_{2j}, la parti-

Fig. 3.



cule r_{2j} s'est avancée au-devant de la vibration et a raccourci le chemin parcouru dans l'éther par la vibration et, par suite, la durée de propagation correspondante d'une fraction f de sa valeur, du même ordre que $\frac{v}{V_0}$ (la vitesse de la lumière dans le vide étant V_0). Inversement, pendant que la vibration revient de r_{2j} en t_{2j-1}, le point t_{2j-1}, invariablement lié au milieu, a fui devant la vibration et a allongé la durée de propagation de la vibration dans l'éther d'une fraction de sa valeur qui est égale à f aux quantités près de l'ordre de $\frac{v^2}{V_0^2}$. Donc, à cette approximation, la durée de parcours d'un trajet double $r_1\, r_2\, t_1$, ..., $r_{2j-1}\, r_{2j}\, t_{2j-1}$, ... n'est pas altérée par le mouvement de la colonne OS_0. Il en est de même pour un trajet multiple d'aller et retour, tel que $r_3\, r_4\, r_5\, r_6\, t_3$. Or, si l'on met à part tous les trajets doubles ou multiples ainsi composés de parties symétriques deux à deux, il reste une série de segments directs

$$Or_1, \quad t_1 r_3, \quad t_3 r_7, \quad \ldots, \quad t_{2j-1}\, r_{2j+1}, \quad \ldots, \quad t_{2p-1}\, S_0.$$

» La réunion de ces segments forme exactement la longueur l de la colonne en mouvement et ces différents tronçons sont parcourus dans l'*éther du vide* avec la même vitesse que si les particules du milieu isotrope étaient absentes. L'influence du mouvement de la colonne OS_0 est donc la même que si l'intérieur du cylindre OS_0 était *vide de toute matière*. Cela est vrai pour chaque vibration élémentaire et, par suite, pour leur résultante en S_0 qui est la vibration lumineuse transmise par le cylindre de matière. Or la durée de propagation de la lumière d'une extrémité à l'autre d'un cylindre de longueur l vide de toute matière serait $\frac{l}{V_0}$ dans le cas où le cylindre serait immobile par rapport à l'éther et s'*allongerait* de $\frac{lv}{V_0^2}$, ou $\frac{Lv}{V_0^2}$ (au second ordre près) dans le cas où le cylindre fuirait devant la lumière

avec la vitesse v. Telle est donc aussi la valeur de l'*effet de mouvement*.

» La valeur de l'effet-Fizeau est donc la diminution de durée de propagation

$$T - T' = \frac{Lv}{V^2} - \frac{Lv}{V_0^2} = \frac{Lv}{V_0^2}(n^2 - 1),$$

en désignant par n la valeur $\frac{V_0}{V}$ de l'indice de réfraction de l'eau. C'est précisément la formule directement vérifiée par le déplacement des franges d'interférence dans l'expérience de Fizeau ([1]). On voit que l'effet-Fizeau est la différence de deux effets simultanés de même type. L'effet dû à l'*état de mouvement* de la masse d'eau utile (*effet de mouvement*) affaiblit l'effet d'entraînement apparent qui est dû à la *diminution de la masse utile* de l'eau réellement traversée par chaque onde lumineuse (*effet de masse*). »

OPTIQUE. — *Sur une nouvelle loupe binoculaire.* Note de M. **Émile Berger**, présentée par M. Lippmann.

« Les loupes et microscopes binoculaires actuels sont construits d'après deux principes : 1° deux microscopes (Cherubin, 1678) ou loupes composées (Leitz, Westien, Schanz) à long foyer et à axes convergents (correspondant à la convergence des lignes visuelles) placés devant chaque œil; 2° loupes et microscopes à court foyer avec interposition de prismes entre l'oculaire et l'objectif (Ridell, 1853; Nachet, 1854; Giraud-Teulon, Wenham, Czapsky, 1899). Ces instruments ne peuvent remplacer la loupe monoculaire simple, dont certaines professions (horlogers, graveurs, etc.) se servent journellement à cause 1° de leur grossissement trop fort et 2° de la grande étroitesse de leur champ visuel. On conçoit très facilement qu'il serait avantageux de remplacer, dans lesdites professions, la loupe monoculaire par un appareil binoculaire, qui éviterait le surmenage de l'œil qui travaille et rendrait la vision stéréoscopique, si nécessaire pour les travaux de grande finesse, à des ouvriers qui, par leur outillage actuel, sont borgnes pendant leur travail.

» On a essayé d'utiliser l'action prismatique d'une lentille convexe décentrée (Brücke, Liebreich) : ces essais n'ont pu aboutir à la construction

---

([1]) Fizeau, *Comptes rendus*, t. XXXIII, p. 351; 1851. — Michelson et W. Morley, *American Journal of Science*, t. XXI, p. 377; 1886.

d'une loupe binoculaire à court foyer. Il est facile de concevoir que lesdites lentilles n'ont qu'une action prismatique faible et ne diminuent la convergence que d'une façon insuffisante. En effet, à cause de l'écartement des deux yeux, les rayons lumineux émanant d'un objet rapproché situé dans la ligne médiane arrivent sous un angle si grand sur les parties temporales des deux lentilles (où l'action prismatique est forte) qu'ils se perdent par réflexion, et les parties nasales (situées près des centres) des lentilles n'ont qu'une action prismatique faible. La partie des lentilles convexes décentrées, que les rayons lumineux, émanant d'un objet rapproché, peuvent traverser, augmente en proportion de la grandeur du foyer.

» Ces considérations m'ont encouragé à élargir l'angle d'incidence par l'inclinaison des lentilles à l'horizontale. J'ai l'honneur de présenter un appareil que j'ai fait construire d'après ce principe. L'inclinaison des verres ne doit cependant pas dépasser une certaine limite à cause de l'astigmatisme qu'elle provoque. L'astigmatisme de mes verres est de $\frac{1}{13}$ de leur foyer. Un angle d'inclinaison double produirait un astigmatisme cinq fois plus grand (d'après les travaux de Swan Burnett et de John Green). L'astisgmatisme de ma loupe binoculaire a son maximum dans le méridien horizontal, c'est-à-dire l'inverse de celui de 90 à 94 pour 100 des yeux humains (de Steiger). Une inclinaison de ma loupe à la verticale permet de diminuer le degré de l'astigmatisme des verres. La loupe que j'ai l'honneur de présenter a un foyer de 10 D, son astisgmatisme est de 0,75 D (contre la règle), l'astigmatisme de mes yeux est de 0,25 (selon la règle). Il suffit donc d'une légère inclinaison de la loupe à la verticale pour corriger notre propre astigmatisme. Généralement, il est préférable de corriger, par l'inclinaison à la verticale, l'astigmatisme de l'œil directeur; mais on peut, soit donner des inclinaisons différentes à la verticale aux deux lentilles dans les cas où l'astigmatisme des deux yeux est d'un degré différent, soit surajouter des verres cylindriques dans les cas où l'observateur a un astigmatisme contre la règle ou à axes obliques.

» En examinant un objet, à l'aide de ma loupe, on constate qu'elle produit des images très différentes pour les deux yeux; les images sont d'autant plus déplacées vers le côté temporal que le foyer des lentilles est plus court.

» Le premier phénomène nous explique l'effet stéréoscopique très marqué de notre loupe. En effet, par l'action prismatique des lentilles, les images des deux yeux sont aussi différentes qu'elles le seraient si notre

écartement pupillaire était élargi. Cependant l'impression stéréoscopique ne se produit que par un certain entraînement, plus facilement, en général, chez les jeunes gens que chez les vieillards; elle se manifeste dès le début chez des gens qui se servent des longues-vues stéréoscopiques, dont le principe, d'après une Communication du Dr Kœnig, de Berlin, revient à Helmholtz. Nous sommes frappé du fait qu'un certain nombre de savants auxquels nous avons présenté notre loupe ne jugent le relief que par la superposition des contours ou l'ombre des objets et nullement par la différence des deux images rétiniennes. Notre loupe n'est pour eux que binoculaire et nullement stéréoscopique. Il y a donc des anomalies, probablement congénitales, quelquefois acquises, dont nous parlerons dans une autre Commnnication, du soi-disant *sens* stéréoscognosique, comme il y en a pour la sensation des couleurs.

» Le deuxième phénomène nous explique qu'on peut observer, à l'aide de notre loupe, sans avoir la fatigue de la convergence. Il est aisé de concevoir que notre système est aussi applicable aux verres concaves, en donnant à l'observateur les avantages de la convergence et d'un effet stéréoscopique marqué. »

CHIMIE. — *Effets chimiques produits par les rayons de Becquerel.* Note de M. P. Curie et de Mme Curie, présentée par M. Becquerel.

« Les rayons émis par les sels de baryum radifères très actifs sont capables de transformer l'oxygène en ozone.

» Lorsqu'on conserve le sel radioactif dans un flacon bouché, on perçoit en ouvrant le flacon une odeur d'ozone bien nette. C'est M. Demarçay qui a découvert ce phénomène avec du chlorure de baryum radifère très actif que nous lui avions envoyé, pour ses études spectroscopiques, dans un petit flacon bouché. Le flacon étant ouvert, l'odeur se dissipe incomplètement; pour qu'elle reprenne son intensité primitive, il suffit de refermer le flacon pendant une dizaine de minutes.

» Nous avons vérifié le dégagement d'ozone avec un papier à l'iodure de potassium amidonné qui, placé devant l'ouverture du flacon, se teint légèrement. La teinte est plus foncée si l'on amène du chlorure de baryum radifère au contact du papier, tandis que le chlorure de baryum ordinaire ne produit dans les mêmes conditions aucun effet.

» Les produits radifères nécessaires pour la production de l'ozone sont tous très actifs et tous lumineux. Le phénomène semble plus directement relié à la radioactivité qu'à la luminosité. C'est ainsi qu'un carbonate de radium très lumineux produit moins d'ozone qu'un chlorure de radium bien moins lumineux mais bien plus fortement radioactif.

» Nous avons remarqué également une action colorante des rayons de Becquerel sur le verre. Si l'on conserve pendant quelque temps un sel de radium dans un flacon de verre, on aperçoit une coloration violette qui apparaît peu à peu en se propageant de l'intérieur du flacon vers l'extérieur. Avec un produit très actif au bout d'une dizaine de jours le fond du flacon regardé de côté est presque noir au contact du sel. Cette teinte va en dégradant à mesure qu'elle pénètre dans le verre et, à quelques millimètres du fond, elle paraît violette. Avec un produit moins actif la teinte est moins intense et demande plus de temps pour se produire. Le verre des flacons où s'est produit le phénomène ne noircit pas à la flamme réductrice, il ne doit pas renfermer de plomb.

» La modification produite dans le platinocyanure de baryum par les rayons du radium est probablement aussi un effet chimique. Soumis à l'action des rayons du radium, le platinocyanure de baryum commence à jaunir, ensuite il devient brun, et cette variété brune est moins sensible à l'excitation de fluorescence. Pour régénérer le platinocyanure, il suffit de l'exposer à la lumière solaire. Ce phénomène est le même que celui qui a été décrit pour les rayons de Röntgen par M. Villard (¹).

» Quand on place dans l'obscurité une couche de platinocyanure de baryum au-dessus d'une couche d'un sel radioactif recouvert par une lame d'aluminium, le platinocyanure devient fortement lumineux sous l'effet des rayons de Becquerel; mais peu à peu le platinocyanure se transforme en la variété brune et la luminosité diminue graduellement. En exposant le système à la lumière, le platinocyanure est partiellement régénéré, et si alors on reporte le système dans l'obscurité, la lumière émise est de nouveau très brillante.

» On réalise donc ainsi la synthèse d'un corps phosphorescent à longue durée de phosphorescence au moyen d'un corps fluorescent et d'un corps radioactif.

» M. Giesel a réalisé un platinocyanure de baryum radifère, très lumi-

---

(¹) *Soc. de Phys.*, 18 mai 1898.

neux au moment de sa préparation, lequel, sous l'action de ses propres rayons de Becquerel, se transforme en la variété brune moins lumineuse (¹).

» Quand le chlorure de baryum et de radium se dépose dans une solution qui a été saturée à chaud, les cristaux sont incolores au moment du dépôt. Peu à peu ces cristaux prennent une coloration rose de plus en plus prononcée. Cette coloration apparaît d'autant plus rapidement et est d'autant plus intense que le sel contient plus de radium. Si l'on dissout les cristaux roses, la solution est incolore, et, si on la fait cristalliser, elle dépose des cristaux incolores au début. Le développement de la coloration semble accompagner celui de la radioactivité, laquelle, après le dépôt, augmente avec le temps.

» Le chlorure de baryum et de radium sec est tout d'abord blanc, il jaunit graduellement en même temps que sa radioactivité se développe.

» Il est probable que ces changements de coloration correspondent à des modifications moléculaires qui se produisent dans les sels de baryum radifères sous l'effet des rayons du radium.

» La transformation de l'oxygène en ozone nécessite une dépense d'énergie utilisable. La production d'ozone sous l'effet des rayons émis par le radium est donc une preuve que ce rayonnement représente un dégagement continu d'énergie. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Déplacement réciproque des métaux*. Note de M. **Alb. Colson**, présentée par M. Henri Moissan.

« Après avoir établi que la décomposition de certains sels par un acide ou par une base est un phénomène de dissociation hétérogène [2], j'ai cherché si le déplacement direct d'un métal par un autre ne donne pas lieu, lui aussi, à des réactions réversibles. J'ai d'abord étudié le déplacement à basse température de l'argent et du cuivre par l'hydrogène [3] :

$$SO^4Ag^2 + 2H = SO^4H^2 + 2Ag,$$
$$SO^4Cu + 2H = SO^4H^2 + Cu.$$

---

[1] *Wied. Ann.*, t. LXIX, p. 91.
[2] *Comptes rendus*, 1896, t. CXXIII, p. 1285; 1897, t. CXXIV, p. 81 et mars 1897.
[3] *Comptes rendus*, décembre 1898, mai et juin 1899.

Comme ni le cuivre ni l'argent usuels ne se substituent directement à l'hydrogène, la réversibilité des réactions précédentes n'eût été possible que si l'argent noir et le cuivre divisé formés dans ces réactions eussent été plus actifs que dans leur état usuel. Or j'ai déjà montré que le cuivre réduit à 150° ne diffère pas chimiquement du cuivre ordinaire ([1]); quant à l'argent noir déplacé de l'oxyde AgOH vers 0°, il conserve ses propriétés après transformation en argent blanc sous l'influence d'une température de 300° ([2]). Les réactions inverses de celles qui sont formulées ci-dessus sont donc chimiquement impossibles. Le fait que la tension de l'hydrogène en contact avec les sulfates diminue quand la température augmente permettait de prévoir cette conclusion.

» Puisque le déplacement des métaux par l'hydrogène ne donne pas de réactions réversibles, cherchons s'il existe d'autres métaux volatils capables de déplacer un métal fixe avec dégagement de chaleur : Le mercure et l'argent forment des systèmes tout indiqués dans les réactions suivantes :

$$2\,AgCl + Hg^2 = Hg^2Cl^2 + 2\,Ag + 2^{Cal},$$
$$AgS + Hg = HgS + Ag + 8^{Cal},2$$

» Ces réactions étant exothermiques, les actions inverses seront endothermiques, si elles sont possibles; voyons-le :

» *Calomel et argent.* — Dans un petit tube, mélangeons de l'argent réduit et du calomel dans les proportions indiquées par l'équation ci-dessus; faisons le vide au $\frac{1}{100}$ de millimètre, et chauffons au bain d'huile. Vers 170°, la réaction commence visiblement; elle est très nette à 260° : le mercure se condense en gouttelettes dans les parties froides du tube. Mais le calomel aussi se volatilise partiellement; de sorte que la présence simultanée des deux vapeurs de mercure et de calomel ne permet pas d'assimiler cette réaction à une dissociation hétérogène comme celle du carbonate de chaux.

» *Cinabre et argent.* — En substituant le cinabre, beaucoup moins volatil, au calomel, les résultats sont différents; et, bien que les mesures de pression n'aient pas encore été effectuées, on peut affirmer que, entre 150° et 300°, la réaction est limitée par la tension de la vapeur mercurielle. Voici pourquoi : d'une part, le mercure est absorbé par le sulfure d'argent faiblement chauffé; d'autre part, le système $HgS + Ag^2$, chauffé au bain d'huile dans le vide de Crookes (au-dessous de $\frac{1}{100}$ de millimètre), émet des vapeurs mercurielles, d'une façon constante, dès la température de 150°. Ces vapeurs se condensent dans les parties froides du tube sous forme de gouttelettes de

---

(1) *Comptes rendus*, décembre 1898, mai et juin 1899.

(2) Ils précipitent également bien le plomb de son iodure dissous. C'est, comme dans le cas du cuivre, le fait d'une isomérie physique sans action nette sur les propriétés chimiques.

mercure pur [1]. Enfin ce dégagement est indépendant de la quantité de sulfure d'argent qui existe dans le système; je l'ai constaté en ajoutant $\frac{1}{10}Ag^2S$ au mélange $HgS + Ag^2$, et c'est là un caractère fondamental des dissociations hétérogènes.

» *Sulfure de cadmium et cuivre.* — Le cadmium est un métal volatil par rapport au cuivre et au fer; de plus, il réagit vers 350° dans le vide de Crookes sur les sulfures Cu^2S et FeS, en dégageant de la chaleur, tandis qu'à la température où le tube de verre se déforme sous la pression de l'atmosphère la réaction se manifeste par un dégagement de vapeurs de cadmium. Celles-ci forment, sur les parties froides du tube, un anneau métallique brillant qui ne renferme que du cadmium, d'après mes analyses.

» Cependant la réaction $CdS + Cu^2 = Cu^2S + Cd$ ne paraît pas être limitée par la vapeur de cadmium, attendu que le sulfure de ce dernier métal est dissociable dans les conditions de l'expérience; le cuivre ou le fer n'agit peut-être que pour augmenter la vitesse et non la tension de la dissociation. Il n'est pas facile de démontrer la dissociation du sulfure de cadmium dans le vide de Crookes, parce que tous les échantillons de ce corps dégagent du gaz sulfhydrique au début du chauffage et qu'il faut alors examiner la possibilité d'une réduction par les gaz renfermés dans le sulfure ou dans le verre. Pour faire cette constatation, j'ai placé le sulfure de cadmium à la partie supérieure du tube; puis, après avoir réduit la pression à $\frac{1}{100}$ de millimètre, j'ai chauffé énergiquement le sulfure et le tube dans toute sa longueur, afin de chasser tous les gaz; et seulement à la suite de cette opération, j'ai fait tomber le sulfure à la partie inférieure du tube, en maintenant le vide. Chauffant alors de nouveau le sulfure jusqu'au ramollissement du verre, j'ai observé un second dégagement de vapeurs de cadmium métallique qui n'était plus imputable à une réduction du sulfure, attendu qu'aucun gaz n'avait pris naissance, la pression n'avait pas varié.

» *Oxyde de cadmium.* — Ce corps se comporte comme le sulfure et donne lieu, dans les mêmes conditions, à une décomposition et à une dissociation.

» Avec l'oxyde ou avec le sulfure, on arrive à donner à l'anneau métallique une si faible épaisseur que la lumière le traverse en prenant une teinte bleu violacé; d'où l'on conclut que la couleur du cadmium, par réflexion, est jaune.

» *En résumé,* l'emploi du vide de Crookes, en éliminant l'action perturbatrice de l'oxygène atmosphérique et des gaz retenus par les corps solides, nous a permis d'établir que le déplacement direct de l'argent par le mercure est, dans certains cas, une réaction réversible limitée par une tension de vapeur métallique, comme une dissociation hétérogène l'est par une tension gazeuse. Enfin, ce mode opératoire nous a montré que le sulfure et l'oxyde de cadmium sont dissociables au-dessous de 600° et il nous a donné la couleur par transparence du cadmium [2]. »

---

(1) Vers le rouge, la réaction est vive, et j'ai constaté que le sulfure resté dans le tube ne renferme que de l'argent; mais une partie du sulfure mercurique se volatilise à cette température.

(2) Sous ces faibles pressions, on obtient encore très aisément des transformations isomériques : le cinabre se transforme en sulfure noir, etc.

CHIMIE MINÉRALE. — *Action de l'oxyde nitrique sur la dichlorhydrine chromique* (¹). Note de M. V. THOMAS, présentée par M. H. Moissan.

« Dans une Note parue aux *Comptes rendus* (²), M. Chesneau a étudié l'action du bioxyde d'azote sur les sels chromeux en solution. Ce travail, qui vient compléter heureusement les recherches faites antérieurement sur l'absorption de ce gaz par les sels de fer, m'a encouragé à résumer rapidement les expériences nombreuses que j'ai eu l'occasion de faire sur l'action exercée par l'oxyde nitrique sur la dichlorhydrine chromique.

» Lorsqu'on fait passer un courant de bioxyde d'azote dans de l'acide chlorochromique, une réaction très vive se produit. Il se dégage d'abondantes vapeurs colorées en jaune, la température s'élève rapidement et il se forme une masse noire, la plupart du temps visqueuse, qu'il est, dans la suite, difficile de transformer en un produit solide homogène, même par l'action prolongée de l'oxyde nitrique.

» Pour obtenir cette substance dans un état de pureté plus grand et bien exempte d'acide chlorochromique, il faut entraîner, à l'aide d'un courant d'acide carbonique, des vapeurs de CrO^2Cl^2 dans un grand ballon où se rend également un tube par lequel se dégage un excès de bioxyde d'azote. Dans ces conditions, et l'acide chlorochromique arrivant par le col du ballon, on voit immédiatement se former une *poussière blanchâtre* qui tombe au fond du récipient. Après très peu de temps, ce composé blanc formé se transforme en une substance de *couleur brune*. C'est ce produit que l'on recueille lorsque la réaction est terminée, c'est-à-dire lorsqu'on estime avoir fait réagir une quantité suffisante de gaz. Dans mes expériences, la vitesse des courants gazeux était telle que la quantité de produit recueilli en six heures oscillait entre 2^{gr} et 3^{gr}.

» Ce produit constitue une poudre brune extrêmement avide d'eau. Lorsqu'on l'abandonne quelque temps dans un flacon bien bouché, on voit bientôt celui-ci se remplir de vapeurs rutilantes. Il est nécessaire, pour l'en débarrasser, de laisser le produit plusieurs heures en présence de potasse en plaques, sous un dessiccateur dans lequel on a fait le vide.

(¹) Travail fait au laboratoire de Chimie appliquée de la Faculté des Sciences de l'Université de Paris.

(²) T. CXXIV, p. 100.

» La substance ainsi obtenue se dissout très facilement dans l'eau en la colorant en noir. Au moment de la dissolution, on observe le dégagement plus ou moins abondant de vapeurs rutilantes.

» La solution ainsi obtenue contient :

» 1° Du chrome à l'état d'oxyde de chrome, car l'ammoniaque y produit un précipité abondant;

» 2° Du chrome à l'état d'acide chromique, car, après séparation de l'oxyde de chrome, la solution est fortement colorée en jaune et précipite par l'acétate de plomb en solution acide;

» 3° Du chlore;

» 4° Des composés oxygénés de l'azote provenant de la dissolution plus ou moins notable des vapeurs rutilantes que nous avons mentionnées ci-dessus.

» Les solvants les plus couramment employés : l'alcool, l'éther, le chloroforme, la benzine, etc., ne la dissolvent pas ou seulement en quantité extrêmement faible. Sous l'action de la chaleur, elle dégage des vapeurs nitreuses et du chlore et se transforme en oxyde vert de chrome. En présence des réducteurs, zinc et acide chlorhydrique, par exemple, il y a formation d'ammoniaque.

» A l'analyse, le produit donne des nombres concordants, même lorsque les analyses portent sur des substances provenant d'opérations diverses. On trouve ainsi :

Cr total	39,93	40,33
Cl	27,66	27,63
Az	4,67	4,45

» Toutefois, si l'on vient à effectuer la séparation du chrome à l'état de sel de chrome du chrome à l'état d'acide chromique, on ne peut arriver à des nombres concordants. Il faut en chercher la cause dans la décomposition même qui accompagne le phénomène de la dissolution. Du peroxyde d'azote produit, une partie se dégage tandis que l'autre reste en solution. Le rapport entre l'hypoazotide dégagé et l'hypoazotide dissous est extrêmement variable et dépend surtout de la rapidité avec laquelle ce gaz est mis en liberté. Il en résulte dans la liqueur la formation d'une quantité variable d'acide azoteux qui réagit immédiatement sur l'acide chromique pour le transformer en sesquioxyde de chrome. C'est ainsi qu'une série de dosages a donné, par exemple,

	I.	II.	III.
Cr (à l'état de CrO^3)	16,4	13,2	14,8

» Cependant, cette teneur en chrome (CrO^3) ne paraît pas dépasser

16,5 pour 100 et, dans la plupart des dosages, a été inférieure à 16 pour 100.

» Le dosage de l'azote peut s'effectuer très simplement : dans un tube en verre peu fusible débarrassé de toute trace d'air comme pour le dosage de l'azote dans les matières organiques, on chauffe au rouge un poids connu de substance qu'on a eu soin, au préalable, de bien mélanger avec du cuivre réduit en poudre. Dans ces conditions, le gaz dégagé est constitué par de l'azote pur.

» La formule $Cr^5Cl^5O^7, 2AzO^2$ exprime assez exactement les résultats d'analyse. Elle donne, en effet :

Cr total	40,53
Cr (à l'état d'acide chromique)	16,20
Cl	27,66
Az	4,36

» Ce composé $Cr^5Cl^5O^7, 2AzO^3$ représente-t-il une espèce chimique bien définie ? Il est amorphe et, par suite de sa facile décomposition, on ne peut songer à le purifier par les procédés habituellement employés. Cependant, sa composition, qui reste constante même quand on fait varier notablement les proportions des gaz générateurs, ne semble pas rendre probable l'hypothèse d'un mélange de plusieurs composés.

» La solution aqueuse se comporte comme celle d'un chlorochromate d'oxyde de chrome, analogue à ceux déjà décrits, et quoique la substance ressemble fort au composé $Cr^3O^6Cl^2$ signalé par différents auteurs, il reste encore à prouver que cette substance contient tout son chrome saturé comme il l'est dans l'acide chromique ou dans l'oxyde de chrome vert, car certains groupements pourraient bien ne prendre naissance qu'au moment de la décomposition au contact de l'eau.

» L'étude de sels composés est très délicate, et de longues recherches consacrées à l'étude de cette action de l'oxyde nitrique sur la dichlorhydrine chromique ne m'ont amené qu'à un seul résultat ne pouvant être mis en doute : c'est que, comme l'étain, comme le bismuth, comme le fer, le chrome est susceptible de donner naissance à des composés renfermant des groupes AzO^2, stables même dans le vide à température ordinaire, mais se décomposant avec la plus grande facilité au contact de l'eau. Dans la série du fer, en particulier, cette propriété appartient en même temps aux sels ferreux et aux sels ferriques (¹). Les composés du chrome se com-

(¹) J'ai montré, en effet, que le chlorure ferrique, le chlorure et le bromure ferreux étaient tous trois susceptibles de donner des composés nitrés (Thèse de Doctorat).

portent-ils exactement de même? C'est là un point qui serait évidemment intéressant à éclaircir. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le sulfate de méthylène ou méthylal sulfurique*; Note de M. **Marcel Delépine**.

« Sous le nom de *sulfate de méthylène* ou *méthylal sulfurique*, je propose de désigner un produit *neutre*, cristallisé, $CH^2\langle{}^{O}_{O}\rangle SO^2$ ou CH^2O, SO^3, que j'ai obtenu par l'union de molécules égales d'aldéhyde formique et d'anhydride sulfurique. En raison de sa neutralité, je le considère comme l'éther sulfurique neutre du glycol méthylénique hypothétique $CH^2\langle{}^{OH}_{OH}$, dont nous connaissons les éthers simples CH^2Cl^2, CH^2Br^2, CH^2I^2, l'éther diacétique $CH^2(O.CO.CH^3)^2$, l'éther oxalique $CH^2\langle{}^{O}_{O}\rangle C^2O^2$, etc.

» *Préparation*. — On ajoute, par petites portions en agitant, du trioxyméthylène bien sec à de l'acide sulfurique fumant à 50 pour 100 d'anhydride jusqu'à ce que l'acide ne fume presque plus; les premières portions se dissolvent totalement; les suivantes se transforment en une poudre blanche nettement cristallisée. Après douze heures de repos du mélange on essore la partie insoluble pendant longtemps à la trompe; après expulsion de presque tout l'acide imprégnant, on lave à l'eau, puis à l'alcool et à l'éther. Le produit obtenu est le sulfate de méthylène pur SO^4CH^2 :

Trouvé pour 100...	C: 10,83	H: 1,88	S: 29,20 et 29,09
Calculé pour 100..	C: 10,90	H: 1,82	S: 29,09

» La réaction de formation est la suivante :

$$\tfrac{1}{3}(CH^2O)^3 + S^2O^7H^2 = SO^4CH^2 + SO^4H^2.$$

» *Propriétés*. — Le sulfate de méthylène est une poudre blanche, complètement cristallisée, inodore et insipide quand elle n'a pas subi le contact prolongé de l'air humide, inaltérable en tube scellé; insoluble ou à peu près dans l'eau, l'alcool et l'éther froids, le chloroforme et le benzène froids ou chauds; un peu soluble dans le paraldéhyde bouillant qui l'abandonne en gros cristaux par le refroidissement; son dissolvant est l'acétone qui en prend plus à froid qu'à chaud et permet de l'obtenir par refroidissement ou par évaporation rapide en cristaux de plusieurs millimètres; la solution acétonique additionnée d'eau, d'alcool, d'éther ou de chloroforme laisse précipiter des cristaux de sulfate de méthylène.

» Ce corps fond mal vers 155°; maintenu à cette température et même au-dessous, il se met à bouillir vivement en dégageant d'abord des torrents d'anhydride sulfu-

rique, puis de l'oxyde de carbone et de l'anhydride sulfureux; il reste de l'acide sulfurique coloré en brun. Ces décompositions s'expriment par les équations suivantes :

(1) $$SO^4CH^2 = SO^3 + CH^2O$$

(2) $$SO^4CH^2 = SO^2 + CO + H^2O,$$

(3) $$SO^4CH^2 + H^2O = SO^4H^2 + CH^2O.$$

» La première représente une sorte de dissociation; la deuxième et la troisième dégagent respectivement $1^{Cal},5$ et $0^{Cal},7$, d'après la chaleur de formation de SO^4CH^2.

» Si l'on chauffe le sulfate de méthylène en tube scellé à 200° pendant une heure, les réactions changent peu; à l'ouverture du tube, il se dégage CO, CO^2, SO^2 et l'acide fortement coloré en noir contient, partie en suspension, partie en dissolution, une matière humoïde qui ressemble à du charbon, mais qui n'en est pas. Une matière noire analogue se forme plus facilement quand on maintient à 100° pendant une heure en tube scellé le sulfate de méthylène additionné de son poids d'alcool : l'acide sulfurique formé étendu d'eau laisse précipiter une matière noire qui contient 72,71 pour 100 de carbone et 7,53 d'hydrogène, nombres conduisant à la formule C^5H^6O, ou plutôt à celle d'un polymère; la formation de ce corps s'exprime facilement, ainsi que la production d'une certaine dose d'anhydride carbonique

(4) $$6SO^4CH^2 = \frac{1}{n}(C^5H^6O)^n + 3SO^3 + 3SO^4H^2 + CO^2.$$

» Le sulfate de méthylène transforme instantanément l'aldéhyde en paraldéhyde, sans doute en raison d'une légère dissociation en $SO^3 + CH^2O$.

» *Action de l'eau et des alcalis.* — Il n'y a pas d'action sensible à froid, même au bout de plusieurs jours; mais à 60°-70°, la réaction devient très vive. On a, en effet, d'après le calcul :

$$SO^4CH^2 \text{ sol.} + nH^2O = SO^4H^2 \text{ diss.} + CH^2O \text{ diss.} + (n-1)H^2O \ldots \quad +18^{Cal},6$$

» *Action des alcools.* — Ils ne réagissent pas non plus à froid; mais, vers 60°-70°, ils exercent une action remarquable; il y a, à la fois, production de formal et d'éther sulfurique acide de l'alcool employé, ainsi que d'acide sulfurique libre, transformations que traduisent les équations

$$2R.OH + SO^4CH^2 = CH^2(OR)^2 + SO^4H^2$$
$$3R.OH + SO^4CH^2 = CH^2(OR)^2 + SO^4RH + H^2O.$$

» J'ai effectué cette double réaction avec les alcools méthylique, éthylique, propylique, isopropylique, isobutylique, isoamylique et benzylique : j'ai pu en constater la généralité et, en particulier, préparer le formal dibenzylique $CH^2(O.C^7H^7)^2$ et les sels auparavant inconnus de l'acide benzylsulfurique $C^7H^7.O.SO^3H$; j'ai obtenu les sels de Ba, K, Cu, Ag, Pb,

les premiers à l'état cristallisé, les deux derniers en solution : ce sont tous des sels faciles à hydrater par l'action de la chaleur sur leurs dissolutions et plus altérables encore à l'état sec.

» *Chaleur de formation*. — L'adjonction d'une dose suffisante de camphre permet parfaitement de brûler le sulfate de méthylène. La réalisation de l'équation

$$SO^4CH^2 \text{ sol.} + O^2 \text{ gaz.} = CO^2 \text{ gaz.} + SO^4H^2 \text{ diss.}$$

a fourni par gramme $1281^{cal},9$, $1295^{cal},4$, $1282^{cal},2$; en moyenne $1286^{cal},5$; soit pour une molécule, à volume et à pression constante, $141^{Cal},5$. D'où l'on déduit

$$S \text{ oct.} + O^4 \text{ gaz.} + C \text{ diam.} + H^2 \text{ gaz.} = SO^4CH^2 \text{ sol} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad +162^{Cal},9$$

c'est-à-dire pour la réaction de formation

$$SO^3 \text{ sol.} + \frac{1}{n}(CH^2O)^n \text{ trioxym.} = SO^4CH^2 \text{ sol} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad +18^{Cal},7$$

valeur que ne modifie pas sensiblement l'intervention de $S^2O^7H^2$ au lieu de SO^3. A première vue, il semble qu'il n'en doive plus être de même si l'on considère la formation à partir de SO^4H^2 liquide, avec élimination d'eau, comme cela a lieu dans la formation des éthers, ce qui donnerait

$$SO^4H^2 \text{ liq.} + \frac{1}{n}(CH^2O)^n \text{ trioxym.} = SO^4CH^2 \text{ sol.} + H^2O \text{ liq.} \ldots \quad -0^{Cal},7$$

mais, en réalité, au commencement de la réaction l'acide SO^4H^2 s'unit avec l'eau formée, avec un dégagement de chaleur d'au moins $+6^{Cal},1$; c'est-à-dire que la réaction réelle serait exothermique en présence d'un excès d'acide, avec limitation due à l'hydratation dudit acide. En vérité, on ne peut se rendre compte de ce qui se passe, le sulfate de méthylène se dissolvant dans un excès d'acide sulfurique et se détruisant totalement par suite de l'échauffement lorsqu'on dilue l'acide.

» Tels sont les points saillants relatifs à ce singulier éther sulfurique neutre; c'est sans doute le seul de cet ordre, car les aldéhydes homologues m'ont donné des résultats bien différents que j'espère exposer prochainement. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un mode de synthèse de l'acide parabanique.* Note de M. P. **Cazeneuve**, présentée par M. Arm. Gautier.

« En traitant un mélange d'urée et d'acide oxalique par le trichlorure de phosphore, Panomareff obtient un corps cristallisé en prismes minces, transparents et incolores qui présentait la plupart des réactions de l'acide parabanique ou oxalylurée. Toutefois le corps obtenu ne se dissout pas dans l'alcool, tandis que l'acide parabanique s'y dissout assez facilement. D'autre part, il correspondrait, à l'analyse, à l'acide parabanique plus deux molécules d'eau, $\begin{matrix} CO.AzH \\ | \\ CO.AzH \end{matrix}\!\!>\!CO, 2H^2O$.

» La synthèse de l'acide parabanique par cette méthode n'est donc rien moins que prouvée, puisque le corps produit présente des caractères différentiels importants qui ne permettent pas de le confondre avec la véritable oxalylurée dérivée de l'alloxane. L'analyse centésimale du sel d'argent obtenu concorde, il est vrai, avec le parabanate d'argent, mais cette concordance ne suffit pas pour conclure à une identité.

» Un autre mode de synthèse totale consisterait à faire réagir l'urée sur l'oxalate d'éthyle au sein de l'alcool absolu, en présence de l'éthylate de sodium. Ce mode de formation a été contesté.

» Nous sommes parvenu à produire synthétiquement l'acide parabanique en faisant réagir l'oxamide sur le carbonate de phényle, conformément à l'équation suivante :

$$\begin{matrix} CO.AzH^2 \\ | \\ CO.AzH^2 \end{matrix} + CO\!\!<\!\!\begin{matrix} OC^6H^5 \\ OC^6H^5 \end{matrix} = \begin{matrix} CO.AzH \\ | \\ CO.AzH \end{matrix}\!\!>\!CO + 2\,C^6H^5.OH.$$

» Voici les conditions expérimentales :

» On porte à l'ébullition tranquille 5 parties de carbonate de phényle. Le thermomètre plongé dans le carbonate en fusion marque de 240° à 250°. On projette dans la masse liquide 1 partie d'oxamide en poudre. Le mélange, un peu pâteux, se liquéfie bientôt en se colorant légèrement. On maintient l'ébullition vers 240° pendant une demi-heure. La masse refroidie et solidifiée est bouillie avec 500^{cc} d'eau pendant cinq minutes. On laisse refroidir et l'on filtre.

» Cette solution aqueuse est fortement acide au tournesol. Elle ren-

ferme du phénol et de l'acide parabanique. Ce dernier est mis en évidence de la façon suivante : on évapore le liquide aqueux à siccité dans le vide sur l'acide sulfurique et sur la chaux sodée : on obtient d'emblée de petits cristaux blancs offrant tous les caractères de solubilité de l'acide parabanique aussi bien que ses caractères organoleptiques. En reprenant par l'éther, puis évaporant lentement, il se fait des cristaux très nets et très purs. En reprenant par l'eau, au lieu d'éther, on sépare également l'acide parabanique mêlé d'un peu d'oxamide entraînée.

» Dans cette solution aqueuse le nitrate d'argent donne un précipité qu'une addition d'ammoniaque augmente et rend gélatineux. C'est un des caractères de l'acide parabanique.

» Le sel d'argent analysé a donné à la calcination, pour matière 0,3615, Ag = 0,2275, soit, pour 100, 62,93. La formule $\begin{matrix} CO.AzAg \\ | \\ CO.AzAg \end{matrix} \!\!>\! CO, H^2O$ exige 62,42 pour 100.

» Nous avions préalablement chauffé ce sel à 100° pour le sécher de l'eau hygroscopique, l'eau de la cristallisation n'étant chassée qu'à 165°. A 100° il est devenu grisâtre et a dû légèrement s'altérer. Le résultat, à 0,5 pour 100 près, dans le dosage de l'argent s'explique par cette très légère altération. D'ailleurs le dosage de l'azote a inversement indiqué un léger déficit en rapport avec le sens de l'altération : pour matière 0,3137, nous avons obtenu, en centièmes, Az = 8,05 ; la théorie exige 8,53.

» Le corps libre, cristallisé de l'éther, nous a donné à l'analyse, pour matière 0,3811, en centièmes :

$$C = 31,40, \qquad H = 1,82, \qquad Az = 24,62.$$

La théorie exige

$$C = 31,58, \qquad H = 1,75, \qquad Az = 24,56.$$

» Nous avons encore confirmé la synthèse de l'acide parabanique de la façon suivante :

» La solution aqueuse provenant de l'épuisement du produit de la réaction de l'oxamide sur le carbonate de phényle a été portée pendant quelques minutes à l'ébullition en présence de carbonate de chaux pur précipité. Par évaporation dans le vide, nous avons obtenu des cristaux perdant de l'eau de cristallisation à 100° dans la proportion de 11,08 pour 100. La formule $C^6H^6Az^4O^8Ca, 2H^2O$ exige 10,97 pour 100.

» La calcination au rouge a donné pour matière 0,5909 : $CaO = 0,1111$, soit 18,80 pour 100.

» La formule de l'oxalurate de calcium

$$\begin{array}{l} CO.AzH.CO.AzH^2 \\ | \\ CO - O \diagdown \\ \qquad\qquad Ca \\ CO\ .\ O \diagup \\ | \\ CO.AzH.CO.AzH^2 \end{array}$$

demande 18,54 pour 100.

» Cet oxalurate s'est produit d'ailleurs conformément à ce que l'on sait sur l'hydratation de l'acide parabanique, en présence des carbonates et même du carbonate de chaux.

» La synthèse de l'acide parabanique par cette méthode est donc démontrée. Les rendements sont faibles, il est vrai, et n'excèdent pas 5 pour 100 environ de l'oxamide employée. L'attaque de cette dernière par le carbonate de phényle vers 240°-250° est lente; au-dessous de cette température, elle n'a pas lieu; au-dessus, l'acide parabanique est détruit; même à 240°-250°, cet acide tend à s'altérer. De là des rendements faibles.

» Cette réaction semble, dans tous les cas, offrir un réel intérêt. Sans doute applicable aux homologues de l'oxamide, elle permettra de préparer synthétiquement des homologues encore inconnus de l'acide parabanique. »

ZOOLOGIE. — *Sur une nouvelle Myxosporidie,* Nosema Stephani, *parasite du* Flesus passer *Moreau* ([1]). Note de M. **Hagenmuller**, présentée par M. H. de Lacaze-Duthiers.

« Depuis les recherches si approfondies de Thélohan, les Pleuronectidés sont regardés comme réfractaires à l'infestation myxosporidienne. Ce fait paraissait d'autant plus intéressant que les conditions biologiques de ces poissons semblaient devoir favoriser chez eux les chances de pénétration des parasites. Thélohan insiste lui-même sur ce point.

» Les travaux de Thélohan ont porté particulièrement sur les poissons des côtes océaniques, et dans ses voyages aux stations méditerranéennes,

---

([1]) Travail du laboratoire de M. le professeur Marion, station zoologique d'Endoume.

il n'avait pu étudier les représentants de la faune des eaux saumâtres des étangs littoraux dont M. le professeur Marion a fait connaître les particularités si intéressantes ([1]). Une de ces particularités très importante, rappelons-le en passant, est la variabilité des conditions de milieu. Ces conditions, degrés de salure des eaux, invasion brusque des eaux douces dans l'eau de mer et réciproquement, desséchement périodique de certains étangs, faibles profondeurs, apports changeants de matières organiques, sont de nature probablement à favoriser le parasitisme en général. Quoi qu'il en soit, un des Pleuronectidés caractéristiques de cette faune, le *Flesus passer* Moreau, m'a permis d'observer une espèce de Myxosporidie nouvelle, qui se rencontre très fréquemment (dans un peu plus de la moitié des individus, 18 fois sur 30), dans ce poisson.

» Cette Myxosporidie appartient au genre *Glugea* Thélohan, aujourd'hui *Nosema;* elle infeste, sous forme d'infiltration diffuse ou de kystes, les parois du tube digestif. Les seules Myxosporidies observées jusqu'ici dans ces conditions appartiennent au genre *Myxobolus*.

» L'infiltration diffuse représente plus particulièrement un mode de pullulation endogène, tandis que les kystes assurent la dissémination du parasite à l'extérieur. Kystes et amas d'infiltration s'observent depuis la partie supérieure de l'œsophage jusqu'à l'extrémité du rectum, logés dans les tissus ou simplement recouverts par le péritoine. Il n'existe ni amas ni kystes dans le parenchyme d'aucun organe, rein, rate, foie, cœur, etc. Cependant, sous le péritoine à la surface du foie et dans les replis péritonéaux où cheminent des vaisseaux, les kystes sont assez nombreux; j'en ai trouvé jusque sur le conduit cholédoque près de son abouchement avec l'intestin. Dans la paroi intestinale, les kystes siègent dans les couches musculaires et surtout dans la couche conjonctive. J'en ai vu jusque dans la charpente conjonctive des replis de la muqueuse et des villosités, mais jamais, non plus que d'infiltration diffuse, dans la couche épithéliale de l'intestin.

» Ces kystes apparaissent à l'œil nu comme de petits grains d'un blanc de lait, ovoïdes ou plus rarement sphériques, ne dépassant guère 1^{mm} en diamètre, n'atteignant même pour la plupart que quelques dixièmes de millimètre, ou moins encore.

» Le fait intéressant mis en lumière par leur observation se rapporte au

---

([1]) A.-F. Marion, *Étude des étangs saumâtres de Berre (Bouches-du-Rhône) : Faune ichtyologique (Comptes rendus,* 3 mai 1887).

mode d'origine de leur membrane. On a beaucoup discuté, à propos des Myxosporidies, pour savoir si la membrane kystique appartient à l'hôte ou au parasite. Dans le cas du *Nosema Stephani*, la membrane limitante des kystes est composée d'éléments provenant des tissus de l'hôte et sa formation résulte d'une réaction de l'organisme envahi.

» Un kyste âgé, ayant terminé son évolution, montre sur les coupes son contenu formé d'une masse granuleuse résiduelle, et d'une innombrable quantité de spores disséminées dans cette masse; celle-ci n'occupe pas toute la cavité kystique, mais laisse entre elle-même et l'enveloppe une zone vide, due à l'action des réactifs durcissants. Sur beaucoup de coupes, cette zone est traversée par des sortes de filaments, de minces brides, rattachant la masse sporigène à la surface interne de l'enveloppe. Un très fort grossissement démontre dans ces brides des noyaux caractérisés par leur forme aplatie, il en montre de tout pareils très nombreux dans l'enveloppe kystique elle-même, et fait voir cette enveloppe composée de nombreuses couches minces, concentriques, imbriquées comme les tuniques sur la coupe d'un bulbe de liliacée. Il n'y a pas de ligne de démarcation bien nette entre les dernières couches de la paroi kystale et le tissu conjonctif ambiant.

» Sur un kyste moins évolué, présentant des spores achevées, mais aussi des sporoblastes, le nombre considérable de ceux-ci nous garantit que ce deuxième kyste est moins avancé que le premier. Ici, les spores mûres et la matière résiduelle occupent sur la coupe une surface plus restreinte, sous forme d'amas central encerclé d'une zone vide, zone de contraction, due à l'action des réactifs. En dehors de cette zone vide, une couche de protoplasma, restée accolée à la face interne de l'enveloppe kystale, est remplie de pansporoblastes pressés les uns contre les autres, avec chacun des sporoblastes caractéristiques nombreux, et des sporoblastes déjà libres, à différents degrés d'évolution. Cette couche, où le processus de multiplication se montre si actif, est la dernière appartenant en propre à la Myxosporidie. Elle est accolée immédiatement à l'enveloppe kystale.

» L'enveloppe de ce deuxième kyste est bien différente de celle du premier. Ici pas d'aspect fibreux, pas de tuniques minces avec des noyaux aplatis, mais de nombreuses cellules très nettes, à corps renflé, où loge un gros noyau vésiculeux, aux deux extrémités atténuées et effilées, stratifiées les unes sur les autres en plusieurs rangs, avec leur plus grande face tangentiellement ordonnée par rapport à la couche sporoblastique. Ce sont des cellules épithélioïdes, avant le tassement final et la transformation en enveloppe fibreuse qu'elles montrent sur les coupes de kystes parachevés.

On voit très bien les limites de cette formation épithélioïde et les rapports de ses éléments avec les faisceaux du tissu conjonctif ambiant.

» Le *Nosema Stephani* s'enkyste donc par un processus identique à celui dont Metschnikoff a généralisé le rôle. Je dédie cette espèce à M. Pierre Stephan, qui a trouvé, le premier, les kystes et les a signalés à mon attention. »

BOTANIQUE. — *Sur les phénomènes cytologiques précédant et accompagnant la formation de la téleutospore chez le* Puccinia Liliacearum *Duby;* Note de M. **R. Maire**, présentée par M. Guignard.

« Le *Puccinia Liliacearum,* parasite fréquent dans l'est de la France sur les feuilles de l'*Ornithogalum pyrenaicum,* est une Urédinée autoïque sans stade urédosporifère et à stade écidien très rare. Le champignon se trouve donc d'ordinaire réduit aux stades spermogonique et téleutosporifère. Nous avons étudié la formation des téleutospores sur des exemplaires fixés à l'aide du mélange de Flemming. La coloration des noyaux est assez facile et réussit surtout avec l'hémalun de Mayer et la méthode de Benda (safranin-lichtgrün). L'emploi de ces colorations et de quelques autres nous a permis les constatations suivantes, dont les unes confirment les observations antérieures de MM. Poirault, Raciborski et Sappin-Trouffy, et les autres mettent en lumière un fait non étudié par ces auteurs.

» Le mycélium du parasite est composé de cellules uninucléées, ou assez souvent plurinucléées par suite de divisions amitotiques du noyau. La chromatine des noyaux du mycélium est fortement safranophile et disposée en une pelote ou un réseau plus ou moins compliqué, sans nucléole apparent.

» Les filaments mycéliens s'enchevêtrent pour former les jeunes sores téleutosporifères : à ce moment il ne se forme pas de cloison après la division de chaque noyau terminal, de sorte que la cellule terminale est binucléée. Ces deux noyaux restent côte à côte et, à partir de ce moment, se divisent synergiquement par mitose. Les filaments s'allongent donc par des cellules à deux noyaux et se dressent au-dessus de l'enchevêtrement qui sera le stroma du sore téleutosporifère. A dater du moment où les deux noyaux sont réunis dans une même cellule, on voit apparaître à leur intérieur un nucléole, véritable plasmosome. D'abord de petite taille, ce plasmosome devient de plus en plus gros au fur et à mesure qu'on se rapproche de l'extrémité du filament.

» En même temps qu'il grossit, la chromatine safranophile disparaît ou se transforme peu à peu, laissant à sa place une substance acidophile (dans les colorations aux couleurs d'aniline), mais différente de celle du plasmosome, car elle se colore encore comme la basichromatine par l'hémalun, tandis que le plasmosome prend une teinte plus pâle et d'une nuance différente. Bientôt les noyaux sont entièrement acidophiles; en même temps le cytoplasma est devenu plus abondant, plus condensé et présente un réticulum très net à tendances basophiles, sans que toutefois on puisse y distinguer de formations ergastoplasmiques bien nettes. C'est à ce moment que se forme la téleutospore; elle se constitue par le renflement des deux cellules terminales, qui accumulent de grandes quantités de réserves entre les mailles de leur cytoplasma et cela aux dépens des cellules sous-jacentes, qui perdent peu à peu l'abondant deutoplasma qu'elles avaient déjà élaboré, et même leur cytoplasma. C'est ce qu'on remarque surtout dans la cellule qui précède immédiatement la téleutospore et en constitue à maturité le pédicelle.

» Pendant tout ce travail, les noyaux restent acidophiles; avant la maturation complète de la téleutospore, alors que son épispore n'est pas encore complètement épaissi, les deux noyaux de la loge supérieure se fusionnent. Ceux de la loge inférieure ne se fusionnent que plus tard, mais d'ordinaire avant la maturation complète de la téleutospore. Quand celle-ci se détache spontanément, la fusion est toujours accomplie. (Il n'en est pas de même chez d'autres espèces : chez *Puccinia Schneideri*, par exemple, nous avons pu observer des téleutospores spontanément détachées, dont la loge inférieure possédait encore deux noyaux.)

» La fusion des noyaux et des plasmosomes se fait comme l'ont décrit MM. Sappin-Trouffy, Poirault et Raciborski. Le noyau qui résulte de la fusion continue à être acidophile et le reste encore dans la téleutospore mûre.

» Un phénomène analogue d'oxychromatisation a été signalé par MM. Bouin dans la cellule-mère du sac embryonnaire des Liliacées et le jeune oocyte d'*Asterina gibbosa*, où il coïncide avec l'existence dans le cytoplasma de formations ergastoplasmiques. Ces auteurs l'assimilent à la chromatolyse partielle décrite par M. Garnier dans les noyaux des cellules glandulaires en activité sécrétoire, cellules qui possèdent alors aussi des formations ergastoplasmiques basophiles. Nous croyons que le phénomène présenté par le *P. Liliacearum* est comparable jusqu'à un certain point aux modifications du noyau signalées par les auteurs susdits : en effet, si

ces dernières accusent le travail de la cellule en train d'élaborer un abondant deutoplasma, il en est de même chez *P. Liliacearum*, où l'oxychromatisation coïncide avec l'élaboration des réserves destinées à la téleutospore. Mais, dans notre cas, les formations ergastoplasmiques basophiles sont peu distinctes, bien que le cytoplasma présente un réticulum plus accentué et ayant une certaine tendance à fixer les couleurs basiques, s'accusant par les teintes mixtes qu'il prend dans les doubles colorations.

» Toutefois si, chez le *P. Liliacearum*, l'entrée en activité élaboratrice, en sécrétion du cytoplasma, produit des phénomènes nucléaires comparables à ceux déjà connus dans des cas analogues, le noyau paraît ne pas se comporter de même façon au point de vue de sa faculté cinétique. Dans les glandes, en effet, le travail sécrétoire paraît incompatible avec la mitose; chez le *P. Liliacearum*, au contraire, il se produit environ trois ou quatre mitoses entre le début apparent du travail élaborateur et la constitution de la téleutospore.

» L'oxychromatisation du noyau ne paraît donc rien lui enlever de sa faculté cinétique, et il semble qu'il y a ici moins d'antagonisme entre la sécrétion et la mitose que dans la plupart des cas connus jusqu'ici; toutefois il est probable que le travail sécréteur doit subir un temps d'arrêt pendant la durée de la mitose elle-même.

» Le fait de mitoses trouvées dans les corps jaunes en activité par P. Bouin se rapprocherait du nôtre; mais, d'après ce dernier auteur, il est encore trop peu étudié pour que l'on puisse appuyer sur lui des conclusions un peu fermes. »

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur les modifications histologiques produites dans les tiges par l'action des* Phytoptus [1]. Note de M. **Marin Molliard**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Dans la plupart des galles produites par des Phytoptides, les parasites restent externes par rapport à l'organe attaqué, qui est généralement une feuille végétative ou florale; ce n'est qu'assez rarement que ces Acariens pénètrent dans les feuilles, aux dépens desquelles ils vivent; Soraer a montré quelles sont les transformations anatomiques qu'ils déterminent alors en étudiant la galle produite par le *Phytoptus Piri* Pag. sur les feuilles

---

[1] Travail du Laboratoire de Botanique de la Faculté des Sciences de Paris.

de Poirier. Il est encore plus rare que les tiges abritent à leur intérieur ces parasites, et Frank, dans son Traité des maladies des plantes, donne une courte liste de ces galles caulinaires sous le titre de *galles corticales;* c'est à cette catégorie que se rapporte la phytoptocécidie des jeunes rameaux de Pin décrite par Th. Hartig ([1]) et dont l'étude anatomique m'a présenté certains faits qui peuvent offrir quelque intérêt.

» Ce sont les tiges de deux ou trois ans qui présentent ces galles sous forme de renflements considérables, produits presque uniquement aux dépens de l'écorce; si l'on compare la structure anatomique de l'écorce d'une telle tige dans une région saine et dans la partie parasitée, on est frappé de la transformation complète que subissent tous les tissus. Sans entrer dans le détail de cette structure, rappelons que l'écorce saine comprend à cet âge une zone externe de liège, du phelloderme réduit à une assise de cellules, et environ six à huit assises de cellules parenchymateuses, dont les unes sont vivantes, à parois relativement épaisses, contenant de nombreux grains d'amidon, les autres mortes, desséchées, réduites à leur membrane qui est souvent rompue; de place en place existe un large canal sécréteur formé par une assise de cellules sécrétrices et une assise de cellules de soutien plus ou moins sclérifiées.

» Dans la région gallaire on observe en dedans du liège, dont les assises sont très comprimées radialement, un tissu homogène, constitué par un grand nombre de cellules dont on peut compter jusqu'à cinquante assises et plus; elles se sont formées par les divisions répétées et s'effectuant dans tous les sens du parenchyme cortical primitif, sous l'influence des parasites qu'on trouve logés dans des cavités produites par celles d'entre ces cellules qui ont servi à leur nutrition, et dont on reconnaît les membranes sclérifiées et desséchées. Sous l'action des Acariens, le phelloderme s'est divisé aussi très activement suivant le sens normal, de sorte que cette région est constituée par plusieurs assises de cellules nettement superposées; toutes les cellules ainsi formées sont complètement dépourvues d'amidon, ou, s'il en existe des grains, ils sont beaucoup plus petits que dans les cellules vivantes du parenchyme normal.

» Sous l'action directe des *Phytoptus* les cellules qui, dans les conditions ordinaires, subissent des différenciations variées prennent donc toutes la même structure qui correspond à une nouvelle fonction, celle de nourrir les parasites; on a déjà de nombreux exemples de tels changements de

([1]) Th. Hartig, *Forstl. Konversationslexikon,* p. 737; 1836.

différenciation effectués expérimentalement en changeant les conditions de milieu de la plante; mais certains organes semblent résister plus particulièrement à une pareille déviation et au nombre de ceux-ci se trouvent les organes sécréteurs. Nous observons, en effet, dans la phytoptocécidie qui nous occupe, que bien souvent les canaux sécréteurs corticaux ne subissent qu'une faible transformation; elle consiste en la division tangentielle de certaines cellules délimitant le canal sécréteur; mais l'action des parasites peut se faire sentir d'une manière plus intense sur ces tissus et l'on trouve toutes les transitions entre ces canaux sécréteurs presque normaux et des colonnes compactes de cellules parenchymateuses comprenant environ 10 assises irrégulièrement concentriques de cellules; au centre de ces massifs existe ou n'existe même plus un faible lumen et il n'y est plus sécrété de produits résineux.

» Le parasite ne pénètre jamais plus profondément que l'écorce, mais, à côté de l'action directe qu'il exerce sur cette région, on observe dans la zone plus profonde des modifications qui sont en relation avec les changements survenus dans la physiologie des cellules centrales. C'est ainsi que, lorsque la galle est surtout développée d'un côté de la tige, les formations ligneuses sont très visiblement plus épaisses du côté parasité; le nombre des assises du bois augmente et les éléments ligneux offrent des parois beaucoup plus épaisses; leur lignification est également plus intense.

» A côté de ces galles internes, où l'écorce seule est envahie par des *Phytoptus*, vient se placer une catégorie de phytoptocécidies également internes où toutes les régions de la tige peuvent être, à des degrés divers, transformées par les parasites; le seul exemple de ce groupe m'a été fourni par une nouvelle espèce de *Phytoptus* que je désignerai sous le nom de *P. Obiones* et qui attaque les tiges de l'*Obione pedunculata* Moq.; j'ai rencontré cette galle en très grande abondance dans les marais salants du Pouliguen; elle se présente sous la forme de renflements irréguliers des axes florifères, au niveau des pédoncules floraux; l'attaque débute par les bourgeons floraux et progresse jusque dans l'axe correspondant en s'étendant un peu au-dessus et au-dessous du pédoncule parasité. Nous retrouvons la même différenciation des cellules corticales que dans la galle du Pin, les cellules primitives se divisant un très grand nombre de fois, de sorte que chaque cellule primitive, dont on reconnaît encore le contour général, peut être transformée en un massif d'une vingtaine de cellules séparées, le plus souvent, par des membranes cellulosiques; cependant, il arrive que l'on observe une division du protoplasma et du noyau sans

qu'il se constitue, du moins de suite, de membranes cellulosiques indépendantes; on se trouve en présence de cellules analogues à celles qui ont été signalées par MM. Vuillemin et Legrain (¹) chez les Nématocécidies, avec cette différence qu'ici la division du noyau a été accompagnée d'une division très apparente du protoplasma.

» Les parasites pénètrent également dans la moelle à laquelle ils donnent la même structure; le parenchyme des rayons médullaires primaires subit aussi la même transformation et lorsque ce tissu pathologique a été utilisé par les Acariens les faisceaux libéroligneux sont absolument isolés sous forme de cordons continus au sein de ce tissu dissocié. Si l'attaque a été suffisamment précoce, c'est-à-dire a commencé à un moment où les formations libéroligneuses, soit primaires, soit secondaires, ne sont pas encore différenciées, les cellules qui devaient normalement donner ces tissus subissent, elles aussi, l'action parasitaire, et tel élément qui devait, de par sa situation à l'intérieur de la tige, donner naissance à un vaisseau du bois devient cellule nutritive du parasite; c'est ainsi qu'on peut observer des faisceaux libéroligneux où un liber normal est adossé en partie à des files de vaisseaux ligneux et en partie à des cellules pathologiques représentant le reste du faisceau ligneux correspondant au faisceau libérien considéré.

» Il résulte de ces quelques faits que, si les variations introduites expérimentalement dans le milieu extérieur où se développe une plante vasculaire amènent des modifications de structure se traduisant le plus souvent par des différences uniquement quantitatives dans le développement relatif des divers tissus normaux, l'*action chimique qui correspond à la présence de parasites tels que les Phytoptides détermine la formation d'un tissu nouveau qui se différencie aux dépens de cellules quelconques, quelle que soit la destinée de chacune de celles-ci dans les conditions ordinaires de développement.* »

PHYSIOLOGIE. — *Sur la variation négative du courant nerveux axial.* Note de M. MENDELSSOHN, présentée par M. d'Arsonval.

« En poursuivant mes recherches sur le courant nerveux axial (on nomme ainsi tout courant provenant d'une différence de potentiel électrique entre deux surfaces de section transversale du nerf), j'ai cru utile

(¹) P. VUILLEMIN et E. LEGRAIN, *Comptes rendus*, t. CXVIII, p. 549; 1894.

de rechercher les modifications que ce courant subit sous l'influence des irritations électriques du nerf. Il résulte de mes recherches antérieures ([1]) que la direction du courant axial des nerfs est opposée au sens de leur activité physiologique et que ce courant au repos est soumis aux mêmes variations que le courant transverso-longitudinal. Il était donc intéressant de voir comment se comporte le courant axial d'un nerf en activité. Aussi ai-je entrepris une série de recherches sur ce sujet. En disposant l'expérience de manière à éviter toute cause d'erreur et surtout à ne pas dériver des branches du courant irritant dans le circuit galvanométrique, j'ai pu constater les faits suivants :

» Toute irritation tétanisante (avec un courant d'induction) de courte durée diminue la force du courant axial; l'aiguille galvanométrique déviée par le courant de repos revient sur ses pas vers le zéro sans toutefois dépasser ce dernier. Le courant axial diminue plus ou moins notablement, mais il n'est jamais ni annulé, ni renversé par la tétanisation du nerf. Si l'on a soin de compenser préalablement le courant axial, on voit à la suite de l'irritation électrique l'aiguille dévier de zéro dans le sens opposé à celui de la déviation produite par le courant de repos. Au bout d'un certain temps l'aiguille déplacée revient plus ou moins rapidement à sa position primitive. Tout ceci indique que, de même que les courants transverso-longitudinaux, *le courant axial manifeste à l'état d'activité du nerf une variation négative,* dont l'intensité varie suivant les différents nerfs et présente en moyenne une valeur de 15-20 pour 100 de l'intensité du courant axial au repos. Il résulte d'un grand nombre de recherches, que j'ai instituées sur la force électromotrice de la variation négative du courant axial, que celle-ci n'est, dans la majorité des cas, qu'une différence entre les forces électromotrices des variations négatives de deux courants transverso-longitudinaux dérivés de l'équateur du nerf et de ses sections transversales, centrale et périphérique. Les nerfs des animaux à sang froid ainsi que ceux des animaux à sang chaud, les nerfs à myéline et sans myéline, les nerfs moteurs, sensitifs et mixtes présentent tous à l'état d'activité une variation négative du courant axial; celle-ci, contrairement au courant axial lui-même, va, comme de raison, toujours dans le sens de l'activité physiologique des nerfs.

» La variation négative du courant axial se manifeste dans un nerf isolé

([1]) Voir *Sur le courant nerveux axial* (*Arch. f. Anat. und Physiol.*, p. 382, 1886), et *Nouvelles recherches sur le courant nerveux axial* (*Comptes rendus*, 1886).

encore dix ou quinze heures et, dans les cas exceptionnels, vingt-quatre ou trente heures après la mort et ne paraît pas être en rapport avec la durée de la survie du nerf. Tel nerf qui est encore excitable au point de produire une secousse musculaire peut ne plus manifester une variation négative de son courant axial.

» Le degré de l'excitabilité du nerf influe sensiblement sur la valeur de la variation négative; tout ce qui modifie la première fait varier la dernière. La variation négative du courant axial augmente avec l'intensité de l'irritation sans qu'il y ait cependant parallélisme complet entre les deux valeurs. La longueur de la portion du nerf intercalée dans le circuit galvanométrique influe peu sur la grandeur de la variation négative; celle-ci est influencée par la grosseur du nerf. De deux nerfs ayant le même rôle fonctionnel chez deux animaux de la même espèce mais présentant une grosseur différente, celui qui est plus volumineux, c'est-à-dire celui dont le diamètre de section transversale est plus grand, présentera un plus fort courant axial et une plus forte variation négative de ce courant.

» Il existe un certain rapport entre la valeur de la variation négative et la localisation de l'irritation dans le nerf dans les deux directions du courant axial. J'ai pu m'assurer, par des recherches très nombreuses, que l'effet obtenu varie sensiblement suivant que l'irritation a lieu au voisinage d'une des sections transversales ou bien au milieu du nerf et suivant que le courant axial a une direction descendante ou ascendante. Ainsi dans un nerf à courant axial *descendant* (c'est-à-dire dans un nerf centripète), lorsque l'irritant est appliqué au voisinage du bout central du nerf on obtient une variation négative plus grande que lorsque l'irritation est portée sur la portion périphérique du nerf; c'est le contraire qui a lieu dans un nerf à courant axial *ascendant* (donc dans un nerf centrifuge), la variation négative est alors bien plus grande dans le cas où l'irritant est appliqué au voisinage du bout périphérique que lorsque c'est le bout central qui est irrité. Tout se passe donc comme si l'irritation produite au voisinage de la section transversale augmentait la négativité (ou diminuait la positivité) de cette dernière. Rien d'analogue ne s'observe dans le cas où l'irritation est appliquée juste au milieu du nerf, comme cela avait lieu presque dans toutes nos expériences; l'effet obtenu est alors le même quelle que soit la direction du courant axial et, par conséquent, le sens de la fonction physiologique du nerf.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Des éléments de diagnostic et de pronostic fournis par la cryoscopie des urines.* Note de MM. **H. Claude** et **V. Balthazard**, présentée par M. Bouchard.

« Nous poursuivons depuis longtemps des recherches pour arriver à déterminer par la cryoscopie la quantité et la qualité des molécules des substances *élaborées* qui passent dans l'urine; nous n'apportons aujourd'hui que quelques-uns des résultats de nos études en cours.

» Dans la recherche du taux de l'élimination moléculaire, il nous a paru préférable de tenir compte surtout des valeurs des molécules achlorées, plutôt que d'estimer la totalité des molécules solides dissoutes, la molécule de Na Cl, grâce à son petit volume, devant facilement passer au dehors; quant à l'albumine et au sucre, accidents pathologiques, ils seront déduits également du chiffre concernant les molécules achlorées. Nous recherchons donc le point cryoscopique attribuable aux molécules des substances élaborées, abstraction faite des degrés d'abaissement thermométrique relevant de Na Cl, et accessoirement du sucre et de l'albumine. Le nombre obtenu δ indique, comme l'a montré M. Bouchard, le nombre relatif des molécules élaborées dans l'unité, dans 1^{cc}. Ce chiffre multiplié par le volume d'urine rendu en vingt-quatre heures nous donne une valeur δV, très variable, mais beaucoup plus instructive que Δ (point cryoscopique de l'urine globale) ou que δ. Toutefois, pour arriver à une estimation rationnelle, il faut considérer cette valeur dans ses rapports avec le poids de l'individu. C'est ce que nous avons fait dans nos premières recherches, mais nous nous proposons dorénavant de rapporter cette valeur à la substance active de l'organisme, au kilogramme d'albumine fixe du corps.

» Voici quelques-uns des résultats obtenus : chez deux individus normaux, l'un au régime lacté et au repos, l'autre soumis à l'alimentation ordinaire et en pleine activité, la valeur δ était sensiblement égale : 111 et 117; δV était plus différent : 122000 et 189500, tandis que $\frac{\delta V}{P}$ était représenté par 1900 et 2400. Ces chiffres encore une fois ne répondent pas à des quantités réelles, mais ne représentent que des valeurs comparatives.

» Chez des enfants normaux on trouva pour δV des valeurs de 42000, 60000 et pour $\frac{\delta V}{P}$ 2000 à 2800.

» Chez des chiens, sur lesquels nous avons étudié les modifications de

l'économie dans l'inanition avec diète hydrique (1), le nombre δ augmente plutôt avec la durée du jeûne, V étant très inférieur à la quantité normale; dans ces conditions δV paraît moins élevé que dans le régime ordinaire : 6000 à 10000 au lieu de 25000 à 35000; mais $\frac{\delta V}{P}$ demeure à peu près constant par suite de la dimunition du poids de l'animal : 2300 à 2600, valeurs constatées avant le début de l'expérience. La valeur $\frac{\delta V}{P}$ paraît donc peu variable chez l'individu sain et oscille dans des limites assez voisines chez les divers sujets.

» Dans les maladies où la perméabilité rénale est diminuée, il en est tout autrement.

» Trois cas de néphrite avec urémie suivie de mort nous ont donné :

	δ.	δV.	$\frac{\delta V}{P}$.
I........................	72	18000	327
II........................	48	16800	300
III......................	41	70900	1180

» Chez le troisième malade, trois semaines plus tard, l'avant-veille de la mort :

$$\delta = 45, \quad \delta V = 20700, \quad \frac{\delta V}{P} = 380.$$

» Dans les néphrites qui tendent vers la guérison ou qui restent à l'état stationnaire, les valeurs δV et $\frac{\delta V}{P}$ tendent à se rapprocher de la normale et c'est dans ces cas que l'on voit bien que les variations de Δ ne suffisent pas à caractériser le mode d'excrétion urinaire :

	δ.	δV.	$\frac{\delta V}{P}$.	
I....	81	119800	1950	néphrite syphilitique, état général bon
II....	65	74500	1550	néphrite infectieuse, période de convalescence
III...	35	73500	1080	néphrite *a frigore*, fièvre, état général médiocre

» Chez un enfant atteint de diphtérie toxique avec albuminurie qui a dépassé 4^{gr}, observé régulièrement pendant quinze jours, la valeur δV s'est maintenue élevée, plutôt au-dessus de la normale (à cause de la fièvre) et l'élimination des molécules élaborées s'est toujours montrée relativement bonne; $\frac{\delta V}{P}$ n'est descendu qu'une fois à 1300 et a oscillé entre 2500 et 3000

(1) Recherches entreprises avec M. Perrier et qui seront publiées bientôt.

pour dépasser ce chiffre pendant la convalescence. Le malade a guéri de sa lésion rénale.

» Nos recherches expérimentales en cours nous permettent déjà de penser que les mêmes phénomènes s'observent dans les néphrites aiguës provoquées. Pendant la période où la lésion rénale est à son maximum (congestion, œdème, glomérulo-tubulite aiguë) l'élimination des molécules achlorées est très diminuée. La terminaison de la maladie est annoncée par une élévation progressive du taux de celles-ci.

» La valeur fonctionnelle des reins ayant été déterminée, on peut essayer d'apprécier l'excrétion des molécules élaborées par l'émonctoire rénal. Nous avons ainsi constaté que dans le diabète flavide, chez les sujets dont l'état général est bon, l'élévation du taux des molécules élaborées est considérable; dans un cas, par exemple, $\delta = 147$, $\delta V = 492000$, $\frac{\delta V}{P} = 5700$ (déduction faite du sucre et de NaCl). Chez un diabétique albuminurique dans la période de cachexie terminale, les valeurs étaient bien différentes : $\delta = 38$, $\delta V = 95000$, $\frac{\delta V}{P} = 1283$. Un polyurique hystérique présenta une élimination moléculaire voisine de la normale. Malgré une quantité énorme d'urine (10^{lit}), $\delta = 14$, $\delta V = 143000$.

» Les applications de la cryoscopie à l'étude des urines, dans les conditions où nous nous plaçons, nous paraissent donc fournir des renseignements utiles au médecin sur le fonctionnement des reins, et lorsque ces organes apparaissent sains, on peut espérer en tirer, jusqu'à un certain point, des notions intéressantes sur la nutrition en général.

» La valeur δV, dans ses rapports avec le poids ou mieux avec la substance active de l'organisme, est donc la plus intéressante à déterminer tout d'abord. Nous pensons toutefois que l'étude de la sécrétion chlorurée dans ses rapports avec Δ, a une très réelle importance, comme l'a déjà indiqué Koranyi; nous aurons l'occasion de revenir sur ce sujet ultérieurement.

» Jusqu'à présent, nous avons cherché à évaluer le taux de l'élimination des molécules élaborées; à côté de cette étude quantitative, l'estimation de la grosseur et de la qualité de la molécule élaborée moyenne, telle que l'a indiquée M. Bouchard, est d'un intérêt plus grand. Nous savons en effet que toute augmentation de poids de celle-ci est l'expression d'un désordre profond de la nutrition, notion capitale bien établie par notre maître. Nous avons pu vérifier, dans un certain nombre de cas, cette donnée fondamentale; toutefois, au cours des altérations rénales que nous

avons étudiées, les nombres exprimant le volume de cette molécule ont présenté des variations qui nous empêchent de donner ici une conclusion ferme; il est à supposer, cependant, que l'état anatomique des reins, variable suivant les moments, a une influence sur l'élimination des molécules de volumes différents. »

THÉRAPEUTIQUE. — *Effets d'une alimentation pauvre en chlorures sur le traitement de l'épilepsie par le bromure de sodium.* Note de MM. **Ch. Richet** et **Ed. Toulouse**, présentée par M. Marey.

« On sait que les bromures alcalins diminuent et parfois arrêtent complètement les accès d'épilepsie. Mais cette médication n'est pas sans inconvénients; car il se produit à la longue une intoxication bromique due aux doses énormes qu'il faut donner pour faire cesser les accès (de 8^{gr} à 15^{gr} par jour).

» Nous avons pensé qu'en privant, dans une certaine mesure, l'organisme de chlorures, on devait le rendre ainsi plus sensible à l'action des bromures. Comme, selon toute vraisemblance, les actions médicamenteuses sont dues à l'imbibition des cellules par tels ou tels poisons, les actions doivent être d'autant plus intenses que l'appétition des cellules pour ces poisons est plus intense, et, par conséquent, elle doit être augmentée pour les sels alcalins thérapeutiques par l'absence de sels alcalins alimentaires.

» Les faits ont confirmé notre hypothèse.

» Chez trente épileptiques (femmes) soumises à un régime alimentaire spécial [1], pauvre en chlorures, des doses de 2^{gr} de bromure par jour ont fait, parfois en moins d'une semaine, disparaître les accès épileptiques, quelle qu'ait été leur fréquence avant le traitement.

» Exceptionnellement les crises convulsives font place à des vertiges, (qui sont des accès atténués) moins fréquents que les accès. Mais même ces vertiges finissent par disparaître, si l'on porte la dose de bromure de

---

[1] Ce régime était constitué par: lait, 1000^{gr}; viande de bœuf, 300^{gr}; pommes de terre, 300^{gr}; farine, 200^{gr}; deux œufs, 70^{gr}; sucre, 50^{gr}; café, 100^{gr}; beurre, 40^{gr}. Cette ration, au point de vue alimentaire, équivaut à 2700^{cal} et 20^{gr} d'azote. La quantité de chlorures, évalués en NaCl, est d'environ 2^{gr} dans ces aliments naturels. Rappelons que la quantité de chlorure de sodium ajouté au pain et à nos aliments est de 8^{gr} à 12^{gr} par jour, ce qui nous fait une consommation moyenne de 10^{gr} à 15^{gr} de NaCl par jour.

sodium à 3gr ou 4gr par jour, la dose de 4gr étant d'ailleurs très rarement nécessaire.

» Certains sujets soumis à ce régime alimentaire et traités par 2gr ou 3gr de bromure de sodium n'ont eu ni accès ni vertige depuis plus de six mois. Mais il a suffi de les faire revenir au régime alimentaire ordinaire, même en continuant la médication bromurée, pour faire reparaître les accès, ce qui prouve bien que c'est la combinaison du régime pauvre en chlorures avec la médication bromurée qui produit l'effet thérapeutique.

» Ce régime alimentaire spécial n'a pas d'influence nocive sur la nutrition générale. Le poids a diminué quelquefois; mais, dans d'autres cas, il a augmenté. Nous n'avons pu observer aucun trouble organique, ni thermique, ni vasculaire, ni névro-vasculaire.

» Naturellement il faut surveiller avec soin les malades; car le bromure de sodium, étant, dans ces conditions, beaucoup plus actif, peut produire des accidents de bromisme, même à la dose, relativement faible, de 4gr. De même il est prudent de ne pas cesser brusquement le régime, de peur qu'il ne survienne, au moment de son interruption, des accès fréquents, pouvant dégénérer en état de mal.

» Les bons effets, au point de vue thérapeutique, de cette alimentation spéciale, se produisent encore, quand, au lieu d'une inanition presque complète en chlorures, on ne produit qu'une inanition relative, par l'addition quotidienne, au régime spécial indiqué plus haut, de petites doses, 3gr à 4gr ou 5gr de chlorure de sodium. Même alors on ne voit pas reparaître les accès. On peut (1) ainsi tâter la susceptibilité des malades en augmentant progressivement l'ingestion des chlorures jusqu'au moment où elle sera suffisante pour faire revenir les accès, et cela sans changer la dose de bromure de sodium ingéré.

---

(1) En calculant la quantité de chlorures de la ration normale d'entretien, on voit que, si le chlorure de sodium n'était pas ajouté aux aliments, c'est à peine si l'on consommerait 2gr de sel par jour. Le pain (500gr) ne ferait guère que 1gr de $NaCl$ en plus. C'est donc en tout 3gr de $NaCl$ qu'on prendrait par jour dans le cas d'une alimentation sans addition de sel. C'est là une condition évidemment très facile à réaliser, et qui répond aux exigences de ce régime spécial. En somme, cet état d'hypochlorurie, qui est suffisant pour l'effet thérapeutique, n'est pas la privation du chlorure de sodium nécessaire, mais bien celle du chlorure de sodium de luxe.

Les analyses faites par M. A. Perret, au laboratoire de Chimie de la Faculté de Médecine, ont montré que, même chez les malades soumis depuis longtemps à ce régime, et ingérant 2gr de bromure de sodium, le rapport du chlore au brome dans l'urine ne tombait que rarement au-dessous de 2 à 1.

» En résumé, nous pensons avoir établi que, *dans la presque totalité des cas, des doses de 2gr de bromure de sodium par jour font cesser les accès épileptiques, quand le régime alimentaire ne contient pas de chlorures ajoutés, comme dans l'alimentation ordinaire*.

» Nous croyons qu'il y a là une méthode générale, nouvelle, de thérapeutique, applicable non seulement aux maladies dans lesquelles des sels alcalins (iodure et bromure de potassium) sont administrés, mais peut-être encore aux affections traitées par d'autres médicaments (quinine, digitaline, atropine). En mettant les cellules nerveuses en état de demi-inanition chlorurique, on les rend plus aptes à assimiler les substances médicamenteuses.

» Nous proposons d'appeler *méthode métatrophique* cette méthode thérapeutique qui consiste à modifier l'alimentation et la nutrition, en même temps qu'on administre telle ou telle substance thérapeutique. »

M. **W.-A. Bentley** adresse une Note relative à des photographies de cristaux de neige.

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures un quart.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 20 novembre 1899.

I : *Étude géologique sur l'isthme de Panama*, par MM. Marcel Bertrand, Membre de l'Institut, et Philippe Zurcher. — II : *Les phénomènes volcaniques et les tremblements de terre de l'Amérique centrale*, par M. Marcel Bertrand, Membre de l'Institut. S. l. n. d.; 1 fasc. in-4°. (Hommage des Auteurs.)

Analyses des eaux minérales françaises, exécutées au Bureau d'essai de l'École nationale supérieure des Mines, par M. Adolphe Carnot, Membre de l'Institut. Paris, Vve Ch. Dunod, 1899; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Miscellanées biologiques, dédiées au professeur Alfred Giard, à l'occasion du XXVe *anniversaire de la fondation de la Station zoologique de Wimereux,* 1874-1899. Paris, 1899; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Darboux. Hommage des Auteurs.)

Le traité sur l'astrolabe plan de Sévère Sabokt, écrit au VIIe siècle d'après des sources grecques et publié pour la première fois par M. F. Nau. Paris, E. Leroux, 1899; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Wolf.)

Nouvel appareil orthopédique destiné à s'opposer à la formation de l'angle pottique et à l'ouvrir, par F. Lacroix. Paris, impr. J.-E. Watelet et P. Vigot, 1899; 1 fasc. in-8°.

Le mois scientifique et industriel. N° 4. Septembre 1899. Paris; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. A. Carnot.)

Mesures micrométriques d'étoiles doubles faites à Domkino et à Saint-Pétersbourg (5e série des mesures d'étoiles doubles), par S. de Glasenapp. Saint-Pétersbourg, 1899. (Présenté par M. Lœwy. Hommage de l'Auteur.)

The development and application of a general equation for free energy and phisico-chemical equilibrum, by Gilbert-Newton Lewis. (*Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences,* Vol. XXXV, n° 1.) 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

U. S. Department of Agriculture. Report n° 62. *Cultivation of cigar-leaf tobacco in Florida,* by Marcus-L. Floyd. Washington, 1899; 1 fasc. in-8°.

Notas fitoteratologicas, por Angel Gallardo. Buenos Aires, 1899; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Algunas reflexiones sobre la especificidad celular y la teoria fisica de la vida, de Bard, por Angel Gallardo. Buenos Aires, 1899. (Hommage de l'Auteur.)

Meteorological charts of the Southern Ocean between the Cape of Good Hope and New Zealand. Official n° 123. London, 1899; 1 fasc. in-f° oblong.

Report on the Madras observatory for 1898-99. Calcutta; 1 fasc. in-4°.

Koninkrijk der Nederlanden. Statistiek van den in-, uit- en doorvoer over het jaar 1898. Tweede gedeelte. 1899. 1 vol. in-f°.

Transactions of the Academy of Science of Saint-Louis. Vol. VIII, n°s 8, 10-12; Vol. IX, n°s 1-3, 5, 7, 9. Saint-Louis, Mo., 1898-99; 11 fasc. in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 27 NOVEMBRE 1899,

PRÉSIDENCE DE M. VAN TIEGHEM.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le Secrétaire perpétuel croit devoir rendre compte à l'Académie de l'état présent de la Souscription pour élever un monument à Lavoisier.

« La Souscription a été annoncée en 1894 au nom de l'Académie.

» En août 1896 une première liste donnant le détail des souscriptions et le nom des souscripteurs a été distribuée à tous les abonnés des *Comptes rendus*.

» Un Tableau résumé de cette liste a paru dans le *Compte rendu* de la Séance du 10 août.

Le total versé de la souscription s'élevait à........................	47 533^{fr},30^{c}
Le 8 juin 1897, M. le Général de Tillo annonce à l'Académie l'envoi d'une somme de 25 000^{fr}, provenant de la souscription effectuée en Russie avec le concours et l'autorisation de S. M. l'Empereur Nicolas II. Cette somme a été versée au Secrétariat..........................	25 000
M. Gauthier-Villars a reçu directement les souscriptions dont le détail est donné ci-après..	7 909,73
(Ces souscriptions comprennent celles versées par M. Ferreira da Silva, au nom de la Commission portugaise, soit 348^{fr},95; par M. Hinrichs, au nom des Savants américains, soit 2 697^{fr}; par M. Istrati, au nom du Comité roumain, soit 1819^{fr}; par le Comité norvégien, soit 409^{fr},10.)	
Espero. Societo Esperantista (Odessa)............................	55,85
Souscription au nom de la Ville de Paris par le Conseil municipal (22 octobre 1897)..	3 000
Le Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts (1898), sur la proposition du Directeur des Beaux-Arts, a souscrit pour 9 000^{fr}, dont la moitié déjà versée, ci.. (Une somme égale sera versée en 1900.)	4 500
Souscription du Comité lyonnais, dont le détail est donné plus loin...	3 210
Sommes reçues..................................	91 208,88
Intérêts..	2 344,12
Total..........................	93 553

» Ces sommes ont été versées à la Caisse des Dépôts et Consignations.

» M. Barrias, Membre de l'Institut, a bien voulu se charger de l'exécution de la statue de Lavoisier et des bas-reliefs destinés à figurer sur le piédestal.

» Le Conseil municipal de la Ville de Paris, par délibération du 22 novembre 1897, a accordé un emplacement place de la Madeleine, dans l'axe de l'entrée nord de l'Église et de la rue Tronchet, emplacement voisin de l'ancienne habitation de Lavoisier. Le Préfet de la Seine a annoncé cette concession par lettre du 7 juin 1898.

» Les travaux de fondation du piédestal vont commencer ces jours-ci. Le modèle de la statue est exécuté et la fonte de la statue est également commencée. L'inauguration aura lieu à l'époque de l'Exposition universelle.

Versements faits chez M. Gauthier-Villars.

MM.	fr. c.
Mannheim	20,00
F.-R. Nobre (Porto)	17,50
André	20,00
Gauthier-Villars père	50,00
Albert Gauthier-Villars	25,00
Des Cloizeaux	20,00
Gérard (Witry-les-Reims)	100,00
Simoès de Carvalho (Porto)	12,00
Balland	20,00
De Poutrinsky (Dillingen)	100,00
Athanasesco (Bucarest)	20,00
Vracin (Idem.)	2,00
Ghimpo (Idem.)	2,00
Schlumberger (souscription collective)	700,00
Syndicat commercial des Chimistes essayeurs	17,00
Avlotinis (Constantinople)	57,00
A. Quiroga (Buenos-Ayres)	100,00
Comité norvégien	409,10
Avlonitis (Constantinople)	28,50
Ferreira de Castro (Oliviera)	3,99
Dr Souza Gomes (Coïmbre)	75,79
Société nationale d'Horticulture	100,00
Raulin (Bordeaux)	10,00
Hinrichs (États-Unis) (souscription collective)	1000,00
Ferreira da Silva (souscription collective)	315,50
Ferreira da Silva	33,45
Hinrichs (États-Unis)	1000,00
Janssen	20,00
Bouchardat	50,00
Jungfleisch	50,00
Lacroix	5,00

MM.	fr. c.
Adrian	100,00
Baverel (Lyon)	10,00
Augé (Idem)	5,00
Poitevin (Le Mans)	5,00
Baelde (Nord)	5,00
Philippe (Lyon)	5,00
Brouquil (Sainte-Levrade)	0,75
Routhier (Vierzon)	5,00
Pivert (Auray)	5,00
Chaumeil (Annonay)	5,00
Samson (Beuglon)	10,00
Monier (Valence)	2,25
Tourdot (Lure)	5,00
Barillon (Saint-Amour)	3,00
Mondet (Gap)	10,00
Callaudre (Allanche)	5,00
Moles (Saint-Sever)	5,00
Delamour	5,00
Garin (Vitry-en-Artois)	2,00
Dupain (Lamothe-St-Hervy)	5,00
Giraud (Lozère)	5,00
Pefferkorn (Levallois-Perret)	2,00
Agier (Avignon)	5,00
Hinrisch (États-Unis)	500,00
Istrati (Bucarest)	61,00
Comité roumain	1758,00
Jacot (Saint-Étienne)	5,00
Degorce (Royan)	10,00
Willm (Lille) (souscription collective)	654,80
Société physico-chimique	30,00
Hinrichs (États-Unis	197,10
Société des Chimistes, sucreries et distilleries	100,00
Total	7909,73

Versements faits par le Comité de Lyon.

MM.	fr.
Mangini	50
Gensoul	50
Bonnet, Ramel, Savigny	100
La Chambre de Commerce	200
Lumière fils et leur personnel	190
J. Martin (maison Coignet)	10
Joseph Lortet	5
F. Pocquillon	5
Université de Lyon	100
Soudière de Saint-Fons (Saint-Gobain)	50
Syndicat commercial et industriel	100
G. Lyonnet	20
J. Coignet	20
Coignet et Cie	50
Jacquand et Cie	20
Vial et Pradel	50
Société Lumière, Monplaisir	50
Société de Stéarinerie et Savonnerie	50
Société des Sulfures de carbone	20
J. Simon	20
Société Jalabert	20
S. Laprévote et Cie	20
Lucien Picard, Saint-Fons	20
F. Poly »	10
O. Enjolras »	10
Union mutuelle, rue Gasparin	20
Hours-Edel et Dupont	20
Doix-Mulaton et Wolf	20
Laroche-Juillaud	10
E. Mauriat	10
Givaudan et Trouillat	10
Augé et Cie	10
Blanchon et Allegret	10
H.-J. Diederichs	20
E. Voisin	10
L. Chicoidard, Fontaines	10

MM.	fr.
Compagnie des Engrais et produits chimiques de l'Est	10
Compagnie du Gaz	50
Compagnie des Produits chimiques de Saint-Fons	10
Société chimique des Usines du Rhône	100
F. Monnet	20
Gilliard	20
Gistre	10
Perrussel	5
Les Employés de la Société chimique des Usines du Rhône	22
Dr Lortet	20
Dr Lépine	20
Barral	10
Bordier	10
Goulier	10
Monoyer	10
Fochier	10
Weill	5
Pic	5
Hugounenq	10
Crolas	10
Renaut	10
Beauvisage	5
Dr Teissier	10
Nove Josserand	5
Dr Laroyenne	10
Dr Tripier	10
Sambuc	5
Th. Vautier	20
Dr Ollier	100
Amigue, Proviseur du lycée de Toulon, les Professeurs et Élèves du lycée	14
Gillet et fils	100
E. Gillet	20
P. Gillet	20

MM.	fr
Société des Amis de l'Université lyonnaise	100
Syndicat de la teinture en pièces et impressions	50
Société d'Agriculture, des Sciences et Industrie de Lyon	50
Manufacture lyonnaise de matières colorantes	300
Société des dentistes du Rhône et de la région	100
Dr Carry, pour la Société nationale de Médecine	100
Perrin, de l'Académie des Sciences	100
Cérésole, a Neuville	20
Cracuer »	5
E. Laurent »	2
Succursale de la Badische Anilin und Soda Fabrik	100
Vignon, Faculté des Sciences.	20
Deperet, »	20
Gouy, »	5
Autonne, »	5
Ray, »	5
Vautier	20
Leser	5
Hélier	20
Couvreur	5
Dr Raphaël Dubois	50
Balay	10
Eug. Vignon	10
Pierre Danto	10
Société de Pharmacie du Rhône	25
André Guilleminet, Président de la Société de Pharmacie de Lyon	50
Durand, Huguenin, Saint-Fons.	20
Total	3303
Frais de recouvrement	93
Somme versée	3210

OPTIQUE PHYSIQUE. — *Propagation, dans un milieu transparent hétérogène, d'un pinceau latéralement limité de lumière parallèle : intégration des équations du mouvement;* par M. J. **Boussinesq**.

« I. Maintenant que nous savons [1] intégrer à très peu près les équations (1) du mouvement, dans le cas d'ondes planes, incidentes, latéralement indéfinies, il nous faut passer au cas d'un *pinceau limité* de lumière *parallèle,* où ξ, η, ζ varieront lentement avec x, y, z quand la variable principale τ ne changera pas, c'est-à-dire quand on restera sur une même onde (suivie au besoin dans sa propagation). Ces variations seront, en effet, très lentes, ou analogues aux différentielles $\partial\xi$, $\partial\eta$, $\partial\zeta$ de ξ, η, ζ en x dans la précédente question, si la largeur du pinceau comprend un grand nombre de longueurs d'ondulation : or ce sera nécessaire pour qu'on puisse négliger, comme nous le ferons, les phénomènes de diffraction.

(1) Voir le précédent *Compte rendu*, p. 794.

Donc, ξ, η, ζ étant considérés comme fonctions de la variable principale $\tau = t - my - \int l\,dx$ et de x, y, z, les dérivations partielles exprimées par des ∂, relatives à ces trois dernières variables x, y, z, comporteront les simplifications admises précédemment pour les dérivations en x : d'une part, les dérivées premières $\frac{\partial}{\partial(x, y, z)}$ n'auront de sensibles que leurs dérivées (accentuées) relatives à τ; d'autre part, elles se trouveront, elles-mêmes, négligeables, si ce sont des dérivées (en ∂x, ∂y, ∂z) de petits termes, contenant en facteur des déplacements longitudinaux déjà comparables aux dérivées en ∂x, ∂y, ∂z de ξ, η, ζ, l.

» Les équations (1) du mouvement cesseront d'ailleurs d'être réductibles à la forme (4) et s'écriront

$$(13) \quad (l^2 + m^2)\frac{d^2(\xi, \eta, \zeta)}{dt^2} = \Delta_2(\xi, \eta, \zeta) - \frac{d\theta}{d(x, y, z)} \text{ avec } \theta = \frac{d\xi}{dx} + \frac{d\eta}{dy} + \frac{d\zeta}{dz},$$

système où les inconnues ξ, η, ζ ne se séparent plus.

» II. Étant données les ondes planes incidentes, limitées comme on voudra tout autour de l'origine dans la première couche hétérogène $x = 0$, et décomposées en deux systèmes d'ondes à mouvements sensiblement perpendiculaires, pour l'un, et parallèles, pour l'autre, au plan d'incidence, considérons d'abord le premier de ces deux systèmes, celui où la composante principale est ζ.

» Nous pourrons évidemment continuer à l'exprimer par la formule (6), pourvu que φ' y soit une fonction convenablement choisie, lentement variable, de x, y, z, et rapidement variable de τ. Si φ' ne dépendait pas directement de x, y, z, ce déplacement ζ se produirait même seul, comme on l'a vu en démontrant cette formule (6). Mais les lentes variations de φ' dans le plan de chaque onde incidente pourront entraîner l'existence de deux petits déplacements, que j'appellerai α et β, suivant les x et les y, déplacements correctifs dont les dérivées en τ seront seules sensibles. Nous poserons donc

$$(14) \qquad \zeta = \frac{\varphi'}{\sqrt{l}}, \qquad \xi = \alpha, \qquad \eta = \beta;$$

d'où

$$\theta = -(l\alpha' + m\beta') + \frac{1}{\sqrt{l}}\frac{\partial\varphi'}{\partial z}.$$

» La dilatation cubique θ, à termes tous très petits, n'aura de sensible,

comme α, β et même $\frac{\partial\zeta}{\partial z}, \frac{\partial\varphi'}{\partial z}$, que sa dérivée principale ou relative à τ. Et le système (13) deviendra

$$(15)\qquad -(l,m)\left(l\alpha''+m\beta''-\frac{1}{\sqrt{l}}\frac{\partial\varphi''}{\partial z}\right)=0,\qquad (l^2+m^2)\frac{d^2\zeta}{dt^2}=\frac{d^2\zeta}{dx^2}+\frac{d^2\zeta}{dy^2}.$$

» Les deux premières de ces équations donnent

$$(16)\qquad l\alpha''+m\beta''-\frac{1}{\sqrt{l}}\frac{\partial\varphi''}{\partial z}=0,$$

ou bien

$$(16\,bis)\qquad l\alpha+m\beta=\frac{1}{\sqrt{l}}\frac{\partial\varphi}{\partial z},$$

par deux intégrations successives en t, effectuées sur place et de manière que l'intégrale $\int\varphi'\,d\tau=\varphi$ soit, en (x, y, z), comme ζ, α et β, ou initialement nulle (s'il s'agit d'ondes isolées venues d'ailleurs), ou nulle en moyenne (s'il s'agit de vibrations périodiques). Or le quotient de $l\xi+m\eta$, c'est-à-dire de $l\alpha+m\beta$, par $\sqrt{l^2+m^2}$, est évidemment la composante longitudinale des déplacements; et c'est, par conséquent, elle seule que déterminent les deux premières équations (15). Nous appellerons ε_1 ce très petit déplacement longitudinal, *dû à la limitation latérale des ondes*, pour le distinguer de celui, ε, qu'exprime la formule (12) et *que provoque l'hétérogénéité du milieu* dans le cas de mouvements parallèles au plan d'incidence. La formule (16 *bis*) donnera donc, en se rappelant que R désigne la racine carrée positive de $l(l^2+m^2)$,

$$(17)\qquad \varepsilon_1=\frac{1}{R}\frac{\partial\varphi}{\partial z}.$$

» III. Il reste, pour déterminer ζ ou φ, la troisième équation (15). On trouve aisément, vu la première relation (14), d'abord

$$\frac{d\zeta}{dx}=-l^{\frac{1}{2}}\varphi''+l^{-\frac{1}{2}}\frac{\partial\varphi'}{\partial x}-\frac{1}{2}l^{-\frac{3}{2}}l'\varphi',\qquad \frac{d\zeta}{dy}=-ml^{-\frac{1}{2}}\varphi''+l^{-\frac{1}{2}}\frac{\partial\varphi'}{\partial y},$$

puis, par de secondes différentiations où les termes déjà très petits n'auront de sensible que leur dérivée en τ,

$$\frac{d^2\zeta}{dx^2}+\frac{d^2\zeta}{dy^2}=(l^2+m^2)l^{-\frac{1}{2}}\varphi'''-2l^{-\frac{1}{2}}\left(l\frac{\partial\varphi''}{\partial x}+m\frac{\partial\varphi''}{\partial y}\right);$$

et la troisième équation (15) devient successivement

$$(18)\quad l\frac{\partial\varphi''}{\partial x}+m\frac{\partial\varphi''}{\partial y}=0,\quad \left(l\frac{\partial\varphi}{\partial x}+m\frac{\partial\varphi}{\partial y}\right)''=0\quad \text{ou}\quad \frac{d^2}{dt^2}\left(l\frac{\partial\varphi}{\partial x}+m\frac{\partial\varphi}{\partial y}\right)=0.$$

» Celle-ci, multipliée deux fois successivement par dt et intégrée chaque fois *sur place*, donne, quand il s'agit d'ondes isolées venues d'ailleurs dans la région (x, y, z), et en annulant alors la valeur initiale de $\int\varphi' dt=\varphi$ comme s'annulent celles de ζ, φ' et ε_1,

$$(19)\qquad l\frac{\partial\varphi}{\partial x}+m\frac{\partial\varphi}{\partial y}=0.$$

» Le résultat est le même, dans le cas de vibrations périodiques, où les valeurs moyennes, en chaque point, de ζ, ε_1 et, par suite, φ', φ sont nulles. Car les deux relations $\int\varphi' d\tau=0$, $\int\varphi\, d\tau=0$, qui expriment l'annulation de ces valeurs moyennes et où l'intégration (à limites indépendantes de x, y, z) s'étend à toute une période, peuvent être différentiées sous le signe $\int$ et donnent $\int\frac{\partial(\varphi', \varphi)}{\partial(x, y)}d\tau=0$; ce qui signifie l'égalité à zéro des valeurs moyennes des dérivées de φ' et de φ en ∂x ou ∂y, et annule les constantes qu'introduit, au second membre de la dernière équation (18), chaque intégration par rapport à t.

» IV. Or le premier membre de (19), divisé par $\sqrt{l^2+m^2}$, est la dérivée partielle de φ suivant un chemin ∂n mené normalement aux ondes, dans le sens de leur progression. Donc l'intégrale obtenue (19) exprime que, dans la formule (14) du déplacement transversal ζ, *la fonction φ conserve, sur chaque onde, les mêmes valeurs durant toute sa propagation, le long des trajectoires qui lui sont normales.*

» Cette fonction φ peut ainsi recevoir au départ de l'onde, c'est-à-dire dans le voisinage de la première couche $x=0$, telles valeurs qu'on voudra, fonctions données de z et d'une coordonnée courbe normale aux z ou mesurée, le long de cette onde au départ, sur le plan xy d'incidence; elle peut, par exemple, être nulle, sauf dans une petite étendue autour de l'origine. Mais dès lors, ses valeurs sur l'onde en question sont déterminées pour toute la suite des temps t, puisque chacune d'elles se conserve sur la trajectoire, normale aux ondes, émanant du point où elle existait au départ. A raison de la formule (14) de ζ, c'est dire évidemment que *le*

faisceau proposé de lumière parallèle se transmet suivant le sens normal aux ondes, mais pas (du moins en quantité appréciable) dans les sens qui leur sont tangents. Le mode de variation de φ ou de ζ suivant ces sens règle seulement le déplacement longitudinal insensible ε_1, donné par la formule (17), et qui même ne dépend, comme on voit, dans une mesure appréciable, que de la variation de φ ou, au fond, des déplacements ζ eux-mêmes, suivant le sens de ces déplacements, c'est-à-dire, ici, des z.

» V. Passons maintenant à l'étude d'ondes latéralement limitées, dans lesquelles il n'y ait de notable que le déplacement transversal δ parallèle au plan d'incidence ou des xy, déplacement qu'on pourra toujours supposer exprimé par une formule comme celle, (14), de ζ, où φ', rapidement variable avec τ, changerait, en outre, lentement avec x, y, z. A ce déplacement δ devront s'adjoindre non seulement le petit déplacement longitudinal ε donné par (12) et annulant la grande parenthèse de (9), mais encore un surcroît, ε_1, de déplacement longitudinal et, peut-être même, un minime déplacement $\zeta = \gamma$ suivant le sens des z, dû au défaut de symétrie que cause la variation de δ avec z. Les expressions des déplacements suivant les axes seront dès lors, au lieu de (8),

$$(20)\qquad \xi = -\frac{m}{R}\varphi' + \frac{l}{\sqrt{l^2+m^2}}(\varepsilon+\varepsilon_1),\quad \eta = \frac{l}{R}\varphi' + \frac{m}{\sqrt{l^2+m^2}}(\varepsilon+\varepsilon_1),\quad \zeta = \gamma.$$

» Les petits termes (en ε, ε_1, γ) n'auront de sensibles que leurs dérivées principales (accentuées, ou en τ). Quant à la fonction φ', elle aura, en outre, de petites dérivées premières non négligeables, en ∂x, ∂y, ∂z. Les expressions de $\Delta_2\xi$, $\Delta_2\eta$ et des dérivées de θ en x et y, obtenues après les formules (8), s'accroîtront, par suite, des nouveaux termes respectifs

$$2\frac{(m, -l)}{R}m\frac{\partial\varphi''}{\partial y} + (l, m)\sqrt{l^2+m^2}\,\varepsilon_1'',\qquad (l, m)\left(-\frac{l}{R}\frac{\partial\varphi''}{\partial y} + \sqrt{l^2+m^2}\,\varepsilon_1''\right);$$

et les deux premières équations (13), au lieu de donner les deux relations (9), dans lesquelles la grande parenthèse sera annulée par l'expression de ε, deviendront

$$(21)\qquad \frac{(-m, l)}{R}\left(l\frac{\partial\varphi''}{\partial x} + m\frac{\partial\varphi''}{\partial y}\right) - \frac{l^2+m^2}{R}\left(\frac{\partial\varphi''}{\partial y}, -\frac{\partial\varphi''}{\partial x}\right) + (l, m)\sqrt{l^2+m^2}\,\varepsilon_1'' = 0.$$

» VI. Celles-ci, ajoutées après multiplication par $-m$ et par l respectivement, donnent l'équation (18) déjà obtenue pour régir φ dans le cas d'ondes à mouvements normaux au plan d'incidence; et il en résulte de

même, tant pour des ondes isolées que pour des ondes périodiques, l'intégrale (19). On en déduira donc la conservation des valeurs de la fonction φ suivant le sens normal aux ondes, ou la transmission exclusive, dans ce sens, du mouvement sensible. D'ailleurs, les expressions de δ et de ε seront toujours (10) et (12), mais avec φ fonction arbitraire, rapidement variable, de $t - my - \int l\,dx$, et lentement variable de z, ainsi que d'une coordonnée courbe, comptée dans le plan des xy le long de la première surface d'onde, comme quand il s'agissait de déplacements ζ normaux au plan d'incidence.

» Quant au nouveau déplacement longitudinal ε_1, sa loi résultera des équations (21), maintenant réduites à

$$\frac{\mathrm{R}}{\sqrt{l^2+m^2}}\varepsilon''_1 = \frac{1}{l}\frac{\partial\varphi''}{\partial y} = \frac{-1}{m}\frac{\partial\varphi''}{\partial x} = \frac{1}{l^2+m^2}\left(l\frac{\partial\varphi''}{\partial y} - m\frac{\partial\varphi''}{\partial x}\right). \tag{22}$$

L'on en déduit aisément

$$\varepsilon_1 = \frac{1}{\mathrm{R}}\left(\frac{-m}{\sqrt{l^2+m^2}}\frac{\partial\varphi}{\partial x} + \frac{l}{\sqrt{l^2+m^2}}\frac{\partial\varphi}{\partial y}\right) = \frac{1}{\mathrm{R}}\frac{\partial\varphi}{\partial s}, \tag{23}$$

où ∂s désigne un arc élémentaire tiré, à partir du point (x, y, z) et parallèlement au plan des xy, dans la surface d'onde, c'est-à-dire suivant la direction même du déplacement δ quand il est positif.

» Cette formule est toute pareille à celle, (17), du petit déplacement longitudinal ε_1 dans le cas de mouvements perpendiculaires au plan d'incidence; car, ici, la coordonnée de même sens que le déplacement transversal est s et non plus z.

» Il reste enfin la troisième équation (13). Mais la petite expression de θ, n'ayant de sensible que sa dérivée principale θ', donne $\frac{d\theta}{dz} = 0$; et, dès lors, cette troisième équation du mouvement régit ζ *indépendamment* de ξ et η. Autrement dit, les déplacements transversaux δ parallèles au plan des xy n'entraînent aucun déplacement *appréciable* qui soit normal à ce plan.

» En résumé, les lois obtenues ci-dessus (n°s II, III et IV) pour régir, dans un pinceau limité de lumière parallèle, les vibrations sensiblement normales au plan d'incidence, s'appliquent sans changement aux vibrations parallèles à ce plan [1]. »

---

[1] C'est en 1885, dans le Volume intitulé *Application des potentiels à l'étude de*

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

VITICULTURE. — *Expériences sur la destruction du Phylloxera.* Note de M. **Lanfrey.** (Extrait.)

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Les expériences ont été faites avec 1^{kg} d'acide picrique dissous dans 90^{lit} d'eau, on a employé 1^{lit} par pied de vigne (cette quantité pourrait être diminuée); le prix de revient varie de $0^{fr},04$ à $0^{fr},05$ par litre, mais ce chiffre sera certainement rendu inférieur par des approvisionnements en gros. Les injections ont été faites avec un verre; un injecteur à pression donnera de meilleurs résultats.

» On détruit aussi de la sorte tous les autres insectes microscopiques contenus dans les racines. Le ver blanc est également atteint.

» Le moment opportun pour cette opération paraît être aux mois de juin, juillet et août.

» Le même produit employé sur des racines d'arbres fruitiers, tels que pommiers, poiriers et abricotiers également attaqués par les racines, a donné le même résultat que pour la vigne. »

M. **Fr. Bailly** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire « Sur un appareil volant ».

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

M. **Deiss** adresse une Note relative à « son procédé d'extraction du caoutchouc ».

(Commissaires : MM. Van Tieghem, Arm. Gautier, Guignard.)

---

l'équilibre et du mouvement des solides élastiques, avec des notes étendues sur divers points de Physique mathématique et d'Analyse, que j'ai donné la méthode approchée d'intégration suivie ici pour expliquer la délimitation latérale des rayons lumineux. Elle y est appliquée (p. 673 à 698) aux ondes émanées d'un centre d'ébranlements, ou enveloppes d'ondes planes de toute orientation parties simultanément de ce centre, dans un éther homogène de la contexture élastique la plus générale possible, vibrant au sein d'un corps transparent, également homogène, de contexture symétrique.

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE. — *Observations des Léonides faites en 1899 à l'observatoire de Lyon.* Note de M. J. GUILLAUME, présentée par M. Lœwy.

» *Le 12 novembre.* — Ciel pur, la lumière zodiacale est visible jusqu'aux étoiles de la tête du Lion. En quarante minutes d'observation, j'ai vu 13 étoiles, soit un nombre horaire proportionnel de 19,5. Ces 13 étoiles se répartissent ainsi :

De $17^h.0^m$ à $17^h.15^m$....	9 étoiles
De 17.15 à 17.30............ ..	3 »
De 17.30 à 17.40...............	1 »

» Dans le premier quart d'heure d'observation, on en a compté 5 en une minute, vers $17^h 5^m$.

» Les trajectoires étaient généralement courtes, le mouvement plutôt lent, la teinte bleuâtre et l'éclat de 5e à $6^e,5$ grandeur; deux d'entre elles étaient plus brillantes, $1^e,5$ et 2e grandeur, l'une dans la Vierge ($182° - 3°$ et $183° - 5°$) et l'autre dans la Boussole ($136° - 19°$ et $132° - 23°$); elles étaient toutes deux orangées, plus brillantes au milieu de leur course qu'au commencement et à la fin.

» Le radiant de la plupart de ces étoiles était près de σ et τ Lion ($170° + 6°$).

» Au jour, on voyait le ciel parsemé de bandes de légers cirrus.

» *Le* 13. — Ciel brumeux, la lumière zodiacale n'est visible que jusque vers β Lion. Au jour, on voit des cirrus.

» De $17^h 0^m$ à $17^h 45^m$, je n'ai noté que deux étoiles :

$$144° + 26° \text{ et } 135° + 37°$$
$$195° + 13° \text{ et } 216° + 11°$$

Elles étaient blanches, assez rapides, sans traînée, de 4e grandeur.

» *Les* 14 *et* 15. — Brouillard très épais a empêché d'observer.

» *Le* 16. — Ciel très pur mais la Pleine Lune gêne, la vision s'arrête aux étoiles de 4e grandeur dans la Vierge et à celles de 5e dans le Lion.

» En une heure trente minutes, j'ai noté 11 étoiles, soit une moyenne horaire de 7,4. Voici leur répartition :

De 16^h.0^m à 16^h.15^m.	2	5e gr. bleue, très rapide	150° + 13° et 151° + 12°
		3e » orangée, rapide	159° + 8° et 160° + 2°
De 16.15 à 16.30.	2	2e » » assez rapide	194° + 3° et 200° + 1°
		3e » jaune, lente, traînée avec granules, persiste 1$^s\frac{1}{2}$	169° + 21° et 180° + 21°
De 16.30 à 16.45.	1	4e » orangée, assez rapide, incurvée	199° + 40° à 203° + 37° et 205° + 32°
De 16.45 à 17. 0.	4	5e » orangée, assez rapide, incurvée à la fin	140° — 9° à 139° — 17° et 138° — 18°
		4e » orangée, très rapide, granulée, courte, passe sur ν Hydre	
		5e,5 » blanche, »	191° + 16° et 193° + 16°
		5e » » rapide	188° + 27° et 196° + 29°
De 17.15 à 17.30.	0		
De 17.30 à 17.45.	2	4e » orangée, assez rapide	163° + 20° et 161° + 25°
		5e » orangée, assez rapide	177° + 2° et 183° — 3°

ASTRONOMIE. — *Observations des Léonides, faites à l'observatoire d'Alger, les* 13, 14 *et* 15 *novembre* 1899. Note de M. **Ch. Trépied**, présentée par M. Lœwy.

Les observateurs sont désignés par les lettres suivantes :

E..........	Evrard.	R^x..........	Renaux.
G..........	Gaultier.	S..........	Sy.
R^d..........	Rambaud.	T..........	Trépied.

Dates. 1899.	Temps moyen d'Alger.	Nombre de Léonides.	État du ciel.	Observateurs.
Nov. 13......	11^h.50^m à 12^h.20^m	1	Brumeux.	R^d.S.T.
	12.20 à 12.50	0	»	»
	12.50 à 13.20	1	»	»
	13.20 à 13.50	0	»	»
	13.50 à 14.20	0	»	»
	14.20 à 14.50	1	»	»

A 14^h.50^m le ciel se couvre complètement.

Dates. 1899.	Temps moyen d'Alger.	Nombre de Léonides.	État du ciel.	Observateurs.
Nov. 14......	12h10m à 12h40m	0	Beau.	E
	12.40 à 13.10	1	»	»
	13.10 à 13.40	2	»	»
	13.40 à 14.10	4	»	»
	14.10 à 14.40	1	»	G
	14.40 à 15.10	1	»	»
	15.10 à 15.40	4	»	Rx
	15.40 à 16.10	4	»	»
	16.10 à 16.40	5	»	E
	16.40 à 17.10	7	»	»
	17.10 à 17.40	7	»	Rx
Nov. 15......	11.30 à 12. 0	1	Beau.	Rd, E
	12. 0 à 12.30	1	»	»
	12.30 à 13. 0	1	»	»
	13. 0 à 13.30	2	»	»
	13.30 à 14. 0	3	»	Rx.S.T.
	14. 0 à 14.30	6	»	»
	14.30 à 15. 0	3	»	E.S.T.
	15. 0 à 15.30	1	»	»
	15.30 à 16. 0	1	»	»
	16. 0 à 16.30	2	»	Rd
	16.30 à 17. 0	2	»	»
	17. 0 à 17.30	3	»	»
	17.30 à 18. 0	4	»	»

» Les observations du 14 montrent un accroissement sensible du nombre horaire des météores vers la fin de la nuit, de $15^h 10^m$ à $17^h 40^m$. Celles du 15 semblent indiquer l'existence d'un maximum entre $14^h 0^m$ et $14^h 30^m$.

» Les météores étaient, pour la plupart, de couleur jaune; on en a noté quelques-uns orangés.

Classement des Léonides par ordres de grandeur.

Grandeur.	Nombre de Léonides.
1	10
2	22
3	19
4	9
5	6

» *Position du radiant.* — La position du point radiant a été déterminée

par 18 traces marquées sur la Carte pour le 14 novembre, et par 14 traces pour le 15. On a trouvé

	Æ.	Ɗ.
Nov. 14	150°	+22°
15	150°	+21°

» *Météores étrangers à l'essaim des Léonides.* — Le nombre de ces météores, avec la durée de l'observation, est indiqué dans le Tableau suivant :

Dates. 1899.	Nombre de météores.	Durée de l'observation.
Nov. 13	7	3h.0m
14	11	5.5
15	23	6.5

» Les étoiles filantes étrangères à l'essaim des Léonides entrent donc pour 40 pour 100 environ dans le nombre total des météores observés pendant les trois nuits.

» Il est certain que l'observation du phénomène a été fort gênée par la lumière de la Lune; on avait déjà de la peine à percevoir les traces d'un éclat comparable à celui des étoiles de 5e grandeur. Néanmoins, il se manifeste une telle différence d'intensité entre le flux de 1899 et celui de 1866, que l'hypothèse d'un changement profond dans la distribution des corpuscules de l'essaim, pendant la dernière période écoulée de 33 ans, est devenue très vraisemblable. »

ASTRONOMIE. — *Observation des Léonides à Alger.* Note de M. **Harold Tarry**. (Extrait.)

« Les observations des Léonides à Alger ont été faites par les membres de la section astronomique du *Petit Athénée,* Société d'études et de vulgarisation littéraire, scientifique, artistique et sociale.

» M. l'Amiral avait bien voulu mettre à notre disposition, pour ces observations faites sous ma direction, les terrasses de l'Amirauté, et M. Voinot, maire d'Alger, dans le même but, les terrasses du fort Babazoun devenu propriété communale depuis le déclassement des fortifications.

» Les observations ont duré trois nuits et ont été très complètes dans les deux dernières; une quarantaine d'observateurs ont pris part aux observations.

» Voici, par heure, les nombres d'étoiles filantes observées :

	Du 13 au 14.	Du 14 au 15.	Du 15 au 16.
10^h à 11^h	bolide	3	1
11 à 12	6	5	3
12 à 1	6	7	6
1 à 2	»	19	»
2 à 3	»	16	»
3 à 4	»	20	»
	12	70	10
		Total 92	

GÉOMÉTRIE. — *Sur la définition de l'aire d'une surface.* Note de M. **H. Lebesgue**, présentée par M. E. Picard.

« Le problème de la mesure des surfaces planes limitées par des courbes fermées sans point double peut se poser de la façon suivante (Voir Hadamard, *Leçons de Géométrie élémentaire*, page 289) : Faire correspondre à chaque surface un nombre appelé *aire*, de façon que deux surfaces égales aient des aires égales et que la surface formée par la réunion d'un nombre fini ou infini de surfaces, ayant des portions de frontière communes et n'empiétant pas les unes sur les autres, ait pour aire la somme des aires des surfaces composantes (conditions A).

» Le problème est possible lorsqu'on se limite aux polygones. Une surface plane étant donnée, les aires des polygones intérieurs à cette surface ont une limite supérieure s que l'on appelle *aire intérieure*, et les aires des polygones comprenant la surface ont une limite inférieure S que l'on appelle *aire extérieure*. Il est possible de décomposer la surface en polygones dont la somme des aires est s, de façon que chaque point de l'*intérieur* appartienne à un polygone, et à un seul ou soit sur la frontière d'un polygone. Il faut donc attribuer à la surface proposée l'aire s. Mais avec cette définition l'aire de la somme de deux surfaces pourrait être plus grande que la somme des aires de ces deux surfaces. Cela n'arrive pas pour les surfaces telles que $S = s$; on les appelle *surfaces quarrables*. Le problème de la mesure des surfaces planes n'est donc possible que pour les surfaces quarrables. Si l'on appelle *courbes quarrables* celles qui peuvent être enfermées dans des aires aussi petites que l'on veut, on voit que les frontières d'une surface quarrable sont des courbes quarrables.

» Les conditions A suffisent pour déterminer le problème de la mesure des surfaces sphériques (ou cylindriques de révolution), le problème n'est encore possible que pour certaines surfaces particulières; mais ces conditions A ne suffisent pas en général, de plus elles ne permettent d'établir aucune relation entre les aires planes et les aires sphériques. Il faut donc définir des conditions supplémentaires.

» Je rappelle que les courbes se divisent en deux catégories (Scheeffer, Jordan) : les courbes rectifiables, pour lesquelles les longueurs des lignes polygonales inscrites ont une limite supérieure que l'on appelle *longueur de la courbe,* et les courbes non rectifiables.

» Il a semblé tout d'abord que l'on pouvait définir d'une façon analogue l'aire d'une surface par la considération des surfaces polyédrales inscrites. Schwarz a montré, dans une lettre à Genocchi, que les aires de ces surfaces polyédrales n'ont pas de limite supérieure. J'opérerai donc autrement.

» Soit dans l'espace une ligne polygonale fermée l. Les aires des surfaces polyédrales bilatères simplement connexes ayant l pour unique frontière ont une limite inférieure que j'appelle l'*aire minima de l.* Soit une courbe fermée C, j'inscris dans cette courbe une ligne polygonale l. Il est possible de déterminer deux nombres s et S ($s \leqq S$) tels qu'à partir d'un certain degré de petitesse pour les côtés de l, l'aire minima de l soit comprise entre $s - \varepsilon$ et $S + \varepsilon$ (quel que soit ε). J'appelle s l'aire minima intérieure de C, S l'aire minima extérieure. Si $S = s$ je dirai que la courbe est quarrable et j'appellerai s son aire minima. Pour qu'une courbe soit quarrable il faut et il suffit que sa projection sur tout plan soit quarrable. Les courbes rectifiables sont quarrables. Soient

$$x = f(u, v); \qquad y = \varphi(u, v); \qquad z = \psi(u, v)$$

les coordonnées des points d'une surface (que j'appelle *rectifiable*) telle qu'à toute courbe rectifiable du plan (u, v) corresponde une courbe rectifiable sur la surface. Il est facile de déterminer la forme la plus générale des fonctions f, φ, ψ correspondant aux surfaces rectifiables; ces fonctions sont, à plusieurs points de vue, les analogues des fonctions d'une variable à variation limitée. Les surfaces analytiques sont rectifiables. A une courbe quarrable du plan (u, v) correspond sur la surface rectifiable une courbe quarrable.

» Soit une surface rectifiable S limitée par une courbe quarrable Σ. Je décompose S en morceaux, par des courbes quarrables. La somme des aires minima de ces courbes tend vers une limite, indépendante du choix des

courbes de division quand le diamètre maximum de ces courbes tend vers zéro. Cette limite, que l'on aurait aussi pu définir comme limite supérieure, est ce que j'appelle l'*aire*. Elle satisfait aux conditions A. En particulier si l'on a divisé S, par des courbes quarrables, en morceaux dont la somme des aires est inférieure à l'aire de S, on peut affirmer qu'il existe une infinité non dénombrable de points n'appartenant à aucun de ces morceaux.

» Le problème de la mesure des surfaces est donc possible pour les surfaces rectifiables S limitées par des courbes quarrables Σ. Il n'est plus possible si Σ n'est pas quarrable. En opérant comme ci-dessus, on fait correspondre à S un nombre que j'appelle *aire intérieure*, mais il ne satisfait plus aux conditions A. Si la surface rectifiable est définie au delà de Σ, on peut, comme dans le cas du plan, définir l'aire extérieure de S.

» Dans le cas où la surface admet des plans tangents variant d'une façon continue, on peut définir l'aire à l'aide d'une intégrale. On a alors deux définitions d'un même nombre; ces deux définitions concordent.

» Étant donnée une courbe C, il existe une surface rectifiable ayant C pour unique frontière et dont l'aire intérieure est égale à l'aire minima intérieure de C. Je l'appelle *surface minima*. Il n'existe pas, avec les conditions précédentes, de surfaces ayant une aire intérieure plus petite. Une surface minima pour une courbe C est minima pour toute courbe Γ tracée par elle. Si Γ n'est pas quarrable, l'aire extérieure relative à Γ de la surface minima est l'aire minima extérieure de Γ.

» La définition qui précède, de l'aire d'une surface, présente la plus grande analogie avec la définition de la longueur d'une courbe. A une division de la courbe par des points correspond une division de la surface par des courbes quarrables et à la distance de deux points de division sur la courbe, c'est-à-dire à la longueur de la courbe de longueur minima joignant ces deux points, correspond la surface minima d'une des courbes de division, c'est-à-dire l'aire de la surface d'aire minima passant par cette courbe.

» M. Peano a indiqué [1] une définition de l'aire d'une surface dans laquelle intervient une division de la surface en morceaux, par des courbes. Sa définition est donc analogue à celle que je viens de donner. Mais, pour l'appliquer avec certitude, au moins sans études nouvelles, il faut faire certaines hypothèses dont la méthode que j'ai indiquée permet de s'affranchir.

---

[1] *Rendiconti della Accademia dei Lincei*; 1890.

» On peut donner de l'aire d'une surface des définitions plus simples et s'appliquant à des familles de surfaces moins particulières, du moins si l'on renonce à la seconde des conditions A ; mais la définition précédente met en évidence une classe très générale de surfaces qui présentent une grande analogie avec les courbes rectifiables.

» Je conviens d'appeler *surfaces applicables* l'une sur l'autre, deux surfaces rectifiables entre les points desquelles il est possible d'établir une correspondance biunivoque et continue conservant les longueurs des courbes rectifiables. Cette définition est plus générale que celle que l'on donne ordinairement. On peut démontrer que les portions correspondantes de deux surfaces applicables ont même aire intérieure et même aire extérieure. Les aires et les longueurs sont donc conservées ; les angles ne le sont pas. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le nombre de racines d'une équation algébrique comprises à l'intérieur d'une circonférence donnée.* Note de M. **Michel Petrovitch**, présentée par M. Hermite.

« Dans une Note précédente [1], j'ai démontré le théorème suivant : Soit $F(x) = 0$ une équation algébrique de degré m, à racines réelles ou imaginaires, égales ou inégales ; soit ensuite C une circonférence donnée de rayon r, ayant l'origine pour centre. Décrivons de part et d'autre de C deux circonférences C_1 et C_2, ayant l'origine pour centre, de rayons respectifs r_1 et r_2 (avec $r_1 < r < r_2$) et telles que la couronne qu'elles limitent ne contienne aucune racine de $F(x) = 0$.

» Formons la transformée de $F(x) = 0$ en $x = t\sqrt{y}$ et soit

$$(1) \qquad \Phi(y, t) = 0$$

cette transformée. Formons ensuite la transformée de (1) en $y = \sqrt{z_1}$, puis la transformée de celle-ci en $z_1 = \sqrt{z_2}$ et répétons cette opération jusqu'à la transformée d'ordre n, que nous désignerons par

$$(2) \qquad \Psi(z_n, t) = 0\,[2].$$

---

[1] *Comptes rendus*, n° 16 du 16 octobre 1899, p. 583-586.

[2] Ψ étant un polynome en z_n et t, de degré m en z_n.

» Désignons par λ_n le nombre qu'on obtient en posant

$$z_n = 1, \qquad t = \frac{r_1 + r_2}{2}$$

dans la dérivée logarithmique de Ψ par rapport à z_n.

» *Le nombre de racines de* $F(x) = 0$ *comprises à l'intérieur de* C *sera égal à la partie entière de* $0,5 + \lambda_n$ *et cela quel que soit l'entier* n *à partir d'une certaine valeur entière* μ.

» J'avais indiqué, comme limite supérieure de μ, le plus petit nombre entier supérieur à la quantité toujours positive

$$(3) \qquad \frac{1}{2}\,\frac{\log(4m+1)}{\log\left(1 + \dfrac{r_2 - r_1}{r_2 + r_1}\right)} - 1.$$

» *Mais on peut avoir une limite supérieure de* μ *plus petite que cette dernière.*

» En effet, la démonstration de la Note précédente repose sur ce fait que, si

$$(4) \qquad \Psi_k(z, t) = 0$$

est la transformée de $F(x) = 0$ en

$$x = t\sqrt[k]{z},$$

le nombre λ_k, obtenu en posant $z = 1$, $t = \frac{1}{2}(r_1 + r_2)$ dans la dérivée logarithmique de Ψ_k par rapport à z, satisfera aux inégalités

$$(5) \qquad p - \varepsilon < \lambda_k < p + \eta,$$

où p est égal au nombre de racines de $F = 0$ comprises à l'intérieur de C et où l'on a posé

$$(6) \qquad \left\{ \begin{aligned} \varepsilon &= \frac{p\left(\dfrac{2r_1}{r_1+r_2}\right)^k}{1 + \left(\dfrac{2r_1}{r_1+r_2}\right)^k} + \frac{m-p}{\left(\dfrac{2r_2}{r_1+r_2}\right)^k - 1}, \\ \eta &= \frac{p\left(\dfrac{2r_1}{r_1+r_2}\right)^k}{1 - \left(\dfrac{2r_1}{r_1+r_2}\right)^k} + \frac{m-p}{\left(\dfrac{2r_2}{r_1+r_2}\right)^k + 1}. \end{aligned} \right.$$

» Chaque terme des seconds membres de (6) est positif et tend vers zéro lorsque k augmente indéfiniment. De plus, en prenant pour k un en-

tier quelconque supérieur à la quantité toujours positive

$$(7) \qquad \delta = \frac{\log(4m+1)}{\log\left(1+\frac{r_2-r_1}{r_2+r_1}\right)},$$

chaque terme de (6) sera plus petit que $\frac{1}{4}$; par suite, on aura $\varepsilon < \frac{1}{2}$, $\eta < \frac{1}{2}$, d'où

$$p - \tfrac{1}{2} < \lambda_k < p + \tfrac{1}{2},$$

ou encore

$$\lambda_k - \tfrac{1}{2} < p < \lambda_k + \tfrac{1}{2}.$$

» Or, la transformée (2) n'est autre que la transformée de $F(x) = 0$ en

$$x = \sqrt[2^{n+1}]{z_n}\ (^1).$$

» Par suite, en faisant

$$k = 2^{n+1} > \delta$$

[δ étant défini par (7)] *on aura une limite supérieure de* μ *en prenant pour ce nombre le plus petit entier supérieur à la quantité toujours positive*

$$(8) \qquad \frac{\log \delta}{\log 2} - 1.$$

» Et comme pour $m > 1$ on a toujours $\delta > 3$ et, par suite,

$$\frac{\log \delta}{\log 2} < \frac{\delta}{2}$$

le nombre (8) est toujours plus petit que le nombre (3). »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la généralisation des développements en fractions continues, donnés par Lagrange, de la fonction* $(1+x)^m$. Note de M. **H. Padé**, présentée par M. Appell.

« **1.** Ces développements, au nombre de trois, ont été donnés par Lagrange dans son Mémoire *Sur l'usage des fractions continues dans le Calcul*

---

(1) Je saisis l'occasion de corriger une petite erreur qui s'était introduite par mégarde dans la Note précédente et qui consiste en ce que l'exposant 2^{n+1} s'y trouve partout remplacé par $2(n+1)$. Ceci ne change, d'ailleurs, en rien ni la démonstration ni le résultat énoncé, puisque les inégalités (5) et les formules (6) subsistent quel que soit l'exposant positif k.

intégral. Le premier d'entre eux, avec sa représentation schématique ([1]), est le suivant :

$$(1+x)^m = 1 + \cfrac{mx}{1 - \cfrac{(m-1)\frac{x}{2}}{1 + \cfrac{\frac{m+1}{3}\,\frac{x}{2}}{1 - \cfrac{\frac{m-2}{3}\,\frac{x}{2}}{1 + \cfrac{\frac{m+2}{5}\,\frac{x}{2}}{1 - \dots}}}}}$$

» Soit

$$(1+x)^m = 1 + \frac{m}{1}x + \frac{m(m-1)}{1.2}x^2 + \ldots + \frac{m(m-1)\ldots(m-\nu+1)}{\nu!}x^\nu + \frac{m(m-1)\ldots(m-\nu)}{(\nu+1)!}x^{\nu+1} \times Q;$$

la quantité Q peut être mise sous la forme

$$Q = \cfrac{1}{1 + \cfrac{\frac{(\nu+1)(\nu+1-m)}{(\nu+1)(\nu+2)}x}{1 + \cfrac{\frac{1(1+m)}{(\nu+2)(\nu+3)}x}{1 + \cfrac{\frac{(\nu+2)(\nu+2-m)}{(\nu+3)(\nu+4)}x}{1 + \cfrac{\frac{2(2+m)}{(\nu+4)(\nu+5)}x}{1 + \dots}}}}}$$

» Les numérateurs partiels étant désignés par $1, r_1 x, r_2 x, \ldots$, on a

$$r_{2i} = \frac{i(i+m)}{(\nu+2i)(\nu+2i+1)}, \qquad r_{2i+1} = \frac{(\nu+i+1)(\nu+i+1-m)}{(\nu+2i+1)(\nu+2i+2)};$$

un quotient complet quelconque est $1 + r_n x \frac{f_{n+1}}{f_n}$, avec

$$f_{2i} = F(\nu+i+1-m, \quad i, \quad \nu+2i+1, \; -x),$$
$$f_{2i+1} = F(\nu+i+1-m, \; i+1, \; \nu+2i+2, \; -x).$$

» Le schéma placé contre la fraction continue Q représente la disposi-

---

([1]) Voir *Comptes rendus*, 13 novembre 1899.

tion, dans le plan, des réduites du développement correspondant de $(1+x)^m$.

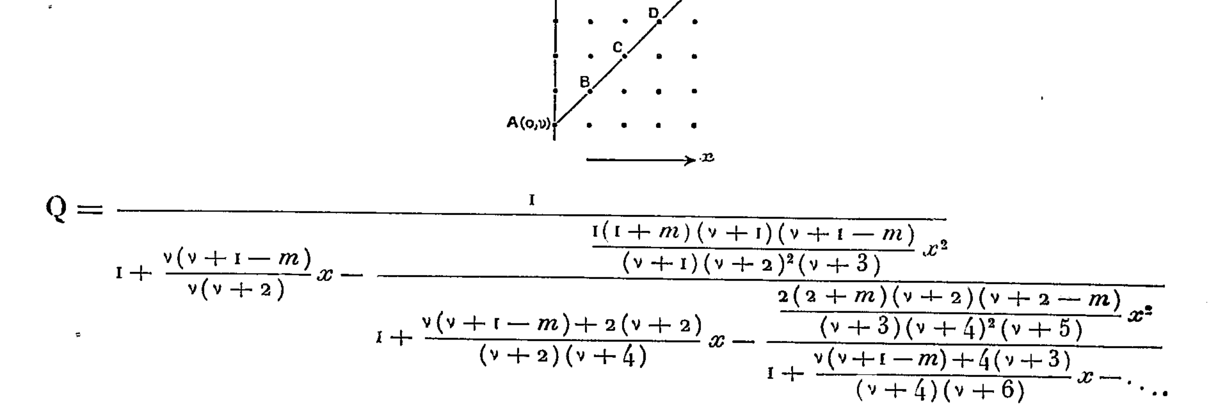
» *Le développement considéré de Lagrange est le cas particulier de ce développement de $(1+x)^m$, qui correspond à $\nu = 0$.*

» 2. Nous rapprochons ici les deux autres développements de Lagrange, parce qu'ils vont apparaître comme des cas particuliers d'une seule fraction continue générale; les voici, avec leurs schémas :

$$(1+x)^m = 1 + mx + \cfrac{m(m-1)\frac{x^2}{2}}{1 - \frac{m-2}{1.3}x + \cfrac{\frac{(m+1)(m-2)}{9}\frac{x^2}{4}}{1 - \frac{m-2.4}{3.5}x + \cfrac{\frac{(m+2)(m-3)}{2.5}\frac{x^2}{4}}{1 - \frac{m-2.9}{5.7}x + \ldots}}},$$

$$(1+x)^m = 1 + \cfrac{mx}{1 + (1-m)\frac{x}{2} + \cfrac{\frac{m^2-1}{1.3}\frac{x^2}{4}}{1 + \frac{x}{2} + \cfrac{\frac{m^2-4}{3.5}\frac{x^2}{4}}{1 + \frac{x}{2} + \cfrac{\frac{m^2-9}{5.7}\frac{x^2}{4}}{1 + \frac{x}{2} + \ldots}}}}$$

» La fraction continue dont on les peut déduire s'obtient en prenant pour Q le développement suivant :



$$Q = \cfrac{1}{1 + \frac{\nu(\nu+1-m)}{\nu(\nu+2)}x - \cfrac{\frac{1(1+m)(\nu+1)(\nu+1-m)}{(\nu+1)(\nu+2)^2(\nu+3)}x^2}{1 + \frac{\nu(\nu+1-m)+2(\nu+2)}{(\nu+2)(\nu+4)}x - \cfrac{\frac{2(2+m)(\nu+2)(\nu+2-m)}{(\nu+3)(\nu+4)^2(\nu+5)}x^2}{1 + \frac{\nu(\nu+1-m)+4(\nu+3)}{(\nu+4)(\nu+6)}x - \ldots}}}$$

» Les numérateurs partiels étant désignés par 1, $r_1 x^2$, $r_2 x^2$, $r_3 x^2$, ... et les dénominateurs partiels par $1 + s_0 x$, $1 + s_1 x$, $1 + s_2 x$, ..., on a

$$r_i = \frac{i(i+m)(\nu+i)(\nu+i-m)}{(\nu+2i-1)(\nu+2i)^2(\nu+2i+1)}, \qquad s_i = \frac{\nu(\nu+1-m)+2i(\nu+i+1)}{(\nu+2i)(\nu+2i+2)};$$

si l'on désigne un quotient complet par $1 + s_{n-1}x + r_n x^2 \frac{f_{n+1}}{f_n}$, on a

$$f_i = \mathrm{F}(\nu + i - m, i, \nu + 2i, -x).$$

» *Les deux fractions de Lagrange s'obtiennent : la première, en faisant* $\nu = 1$, *la seconde,* $\nu = 0$, *dans ce développement de* $(1+x)^m$.

» 3. Les cinq fractions continues de Gauss, Euler et Lagrange, que j'ai rapportées dans cette Communication et dans celle qui l'a précédée, épuisent les fractions continues relatives à $(1+x)^m$ connues jusqu'à ce jour; mais les quatre fractions générales dont je les ai déduites ne sont pas les seules fractions continues régulières attachées à cette fonction; il en existe encore deux autres entièrement nouvelles, en ce sens qu'aucun cas particulier n'en a même jamais été donné.

» En reprenant la quantité, analogue à Q, que j'ai désignée, dans ma Communication précédente, par P, et posant

$$\mathrm{P} = \cfrac{1}{1 + s_0 x + \cfrac{r_1 x}{1 + s_1 x + \cfrac{r_2 x}{1 + s_2 x + \ldots + \cfrac{r_{n-1} x}{1 + s_n x + r_n x \frac{f_{n+1}}{f_n}}}}},$$

on a, pour la première de ces fonctions,

$$r_i = \frac{i(i+m)}{(\nu+i)(\nu+i+1)}, \qquad s_i = \frac{\nu - i - m}{\nu + i + 1},$$

$$f_i = \mathrm{F}(\nu + 1 - m, i, \nu + i + 1, -x).$$

» Posant maintenant

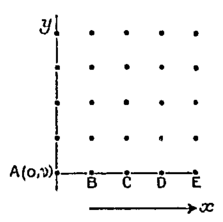
$$\mathrm{Q} = \cfrac{1}{1 + s_0 x + \cfrac{r_1 x^2}{1 + s_1 x + \cfrac{r_2 x^2}{1 + s_2 x + \ldots + \cfrac{x_{n-1} x^2}{1 + s_n x + r_n x^2 \frac{f_{n+1}}{f_n}}}}},$$

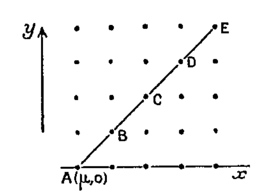
la seconde fraction s'obtiendra en faisant

$$r_i = \frac{i(i-m)(\mu+i)(\mu+i+m)}{(\mu+2i-1)(\mu+2i)^2(\mu+2i+1)}, \qquad s_i = \frac{\mu(\mu+1+m)+2i(\mu+i+1)}{(\mu+2i)(\mu+2i+2)},$$

$$f_i = F(\mu+i+m,\ i,\ \mu+2i,\ -x).$$

» Les schémas de ces fractions sont les suivants :





» J'ai réussi à former l'expression générale de la réduite de $(1+x)^m$ d'où peuvent se déduire toutes les formules précédentes, sinon, toutefois, les expressions, données par des séries hypergéométriques, des quotients complets. »

MÉCANIQUE RATIONNELLE. — *Sur la stabilité de l'équilibre des corps flottants et, en particulier, d'un navire qui porte un chargement liquide.* Note de M. **P. Duhem**, présentée par M. Appell.

« Dans une Note récente, *Sur les positions d'équilibre d'un navire avec chargement liquide* (¹), M. P. Appell me fait l'honneur de mentionner un travail, *Sur la stabilité d'un navire qui porte du lest liquide* (²), que j'ai publié en 1896. Depuis ce temps, j'ai complété ce travail par quelques recherches sur lesquelles je demande la permission d'appeler l'attention de l'Académie.

» Mon premier travail avait pour objet d'établir des conditions *nécessaires*, mais non *suffisantes*, pour la stabilité d'un flotteur qui porte un chargement liquide.

» Peu de temps après, je parvenais (³) à trouver les conditions *néces-*

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXIX, p. 567, séance du 16 octobre 1899.

(²) *Journal de Mathématiques de Liouville*, 5ᵉ série, t. II, p. 23; 1896.

(³) *De l'influence qu'un chargement liquide exerce sur la stabilité d'un navire* (*Bulletin de l'Association technique maritime*, nº 7; session de 1896).

saires et suffisantes pour la stabilité de l'équilibre d'un navire qui flotte sur un liquide incompressible, homogène, pesant, et porte un chargement formé d'un liquide semblable. Les conditions obtenues coïncidaient avec celles qu'admettaient, bien que sans démonstration complète, les constructeurs; elles coïncident également avec celles auxquelles parvient M. P. Appell (¹) en étendant la méthode géométrique de Bravais et de M. Guyou.

» La méthode analytique que j'ai suivie est susceptible d'une grande extension, elle fournit (²) les *conditions nécessaires et suffisantes pour la stabilité d'un flotteur solide, qui nage à la surface d'un liquide unique, compressible suivant une loi quelconque, et porte ou non un chargement liquide, compressible suivant une loi quelconque; les divers corps du système étant d'ailleurs soumis à des forces extérieures quelconques.* »

Remarque sur la Communication précédente; par M. **Appell**.

« Je me permets de rappeler que l'objet de mes deux Notes était de montrer, ce qui n'avait pas encore été fait, que la généralisation de la méthode de M. Guyou permet d'obtenir, par un raisonnement de Géométrie élémentaire, sans intégrales multiples ni formes quadratiques, la condition nécessaire et suffisante de l'équilibre stable d'un vaisseau chargé de liquides. Cette méthode géométrique sera prochainement exposée en détail dans un Mémoire inséré au *Journal de l'École Polytechnique.* »

TÉLÉPHONIE. — *Sur le rendement de la transmission du son par l'électricité.* Note de M. **Dussaud** (³).

« Je me suis proposé de rechercher les conditions dans lesquelles le son était transmis avec le meilleur rendement au moyen de l'électricité.

(¹) *Équilibre d'un flotteur avec chargement liquide* (*Comptes rendus*, t. CXXIX, p. 636; séance du 23 octobre 1899).

(²) *Conditions nécessaires et suffisantes pour la stabilité de l'équilibre des corps flottants* (*Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux*, séance du 7 janvier 1897). — *Sur la stabilité de l'équilibre d'un corps flottant à la surface d'un liquide compressible* (*Journal de Mathématiques de Liouville*, 5ᵉ série, t. III, p. 389, 1897).

(³) Université de Genève.

» *Poste transmetteur.* — J'ai constaté que le rendement est d'autant meilleur qu'on enferme davantage de membranes microphoniques dans une caisse de résonance où vient vibrer l'air mis en mouvement par la voix et que l'on augmente encore ce rendement en faisant agir l'air vibrant sur chacune des deux faces des membranes microphoniques. Ces membranes sont réunies par des doubles cônes et des granules en charbon.

» *Poste récepteur.* — J'ai observé que le rendement est d'autant meilleur que l'on donne plus de facettes à chacun des pôles de l'électro-aimant, chaque facette ayant en face d'elle une plaque vibrante, et que l'on augmente encore ce rendement en recueillant l'air ébranlé des deux côtés de chacune des plaques vibrantes au moyen de conduits qui aboutissent à un même orifice.

» En se servant de deux postes où sont appliqués les principes ci-dessus, l'on constate que le rendement de la transmission est suffisant pour actionner un phonographe.

» C'est ce dernier appareil qui m'a servi de mesure des rendements obtenus.

» J'ai pu enregistrer ainsi, à un très grand nombre de kilomètres et avec les courants ordinaires de la téléphonie, des conversations téléphoniques, des communications téléphoniques en l'absence de l'abonné appelé, des auditions théâtrophoniques et des discours, le poste transmetteur étant dissimulé sur la tribune de l'orateur.

» A la suite de ces expériences, j'ai été chargé par le Département de l'Instruction publique de les répéter dans une conférence officielle, le 15 novembre dernier.

» Le poste transmetteur fut installé dans le laboratoire de Physique de notre Université et le poste récepteur dans le grand amphithéâtre de ce même bâtiment. Plus de mille personnes qui se trouvaient dans cet amphithéâtre ont entendu, sans perdre un mot, les paroles enregistrées et répétées par le poste récepteur.

» Le rendement était tel que l'intensité et le timbre de la voix des personnes qui parlaient devant le poste transmetteur conservaient presque, au poste récepteur, leur valeur primitive malgré les nombreuses transformations d'énergie nécessitées par le fait de la transmission électrique et de l'enregistrement du phonographe. »

PHYSIQUE. — *Sur l'action chimique des rayons X*. Note de M. **P. Villard** (¹), présentée par M. J. Violle.

« Les intéressants résultats que M. Curie et Mme Curie (²) viennent de faire connaître donneront peut-être quelque intérêt à l'observation suivante, que je n'avais pas cru devoir publier jusqu'à ce jour.

» Quand un tube de Crookes a fonctionné pendant quelque temps, le verre de l'ampoule prend, comme on le sait, une teinte violette très accentuée dans toute la partie située au-dessus du plan de l'anticathode, c'est-à-dire du côté où celle-ci reçoit les rayons cathodiques. Cette région de l'ampoule est frappée à la fois par les rayons X et par les rayons cathodiques diffusés; l'expérience suivante permet de décider auquel des deux rayonnements il faut attribuer l'action observée.

» Dans un tube focus, j'ai entouré l'anticathode par un large tube, soit de verre, soit de cristal, dont la paroi intérieure pouvait être protégée contre les rayons cathodiques par une très mince feuille d'aluminium, très transparente aux rayons X. Une silhouette en métal opaque, en platine par exemple, était, au besoin, interposée sur le trajet de ceux-ci. Après une demi-heure environ de fonctionnement, j'ai obtenu les résultats suivants :

» Quand il n'y a pas de feuille d'aluminium, le tube noircit fortement s'il est en cristal, et prend la teinte bleuâtre, à reflets métalliques, du cristal réduit. Il brunit simplement s'il est en verre ordinaire, lequel contient toujours un peu de plomb. C'est la réduction cathodique ordinaire, semblable à celle qui se produit dans uue flamme réductrice. L'interposition de la feuille d'aluminium, arrêtant les rayons cathodiques, supprime complètement cette réduction; et l'on obtient alors une coloration violette, aussi bien avec le cristal qu'avec le verre. Cette modification est évidemment due aux rayons X : elle ne se produit en effet qu'au-dessus du plan de l'anticathode, et, si l'on a interposé une petite lame de platine sur le trajet des rayons, la région protégée par celle-ci reste incolore. C'est à ce phénomène que je faisais allusion dans une conférence faite devant la Société de Physique à la séance de Pâques, en disant qu'il était à la rigueur pos-

(¹) Travail fait au laboratoire de Chimie de l'École Normale supérieure.

(²) *Comptes rendus*, t. CXXIX, p. 823.

sible d'obtenir une radiographie en prenant comme préparation sensible une simple lame de verre.

» Cette transformation du verre ou du cristal est certainement due à un phénomène d'oxydation, car on l'obtient également en chauffant le cristal dans une flamme très oxydante. Très probablement la coloration violette est produite par le manganèse; on sait que ce métal, au maximum d'oxydation, colore le verre en violet.

» Ces résultats établissent une analogie de plus entre les rayons X et les radiations émises par les substances radio-actives. Pour cette raison je me propose de reprendre les expériences précédentes, mais en substituant au verre ordinaire un silicate contenant, en quantité notable, une matière dont l'oxydation soit aisée à reconnaître. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'action de l'acide chlorhydrique sec sur l'argent et réaction inverse* (1). Note de M. **Jouniaux**, présentée par M. Troost.

« L'argent est attaqué par l'acide chlorhydrique gazeux : ce fait a été mis en évidence pour la première fois par Boussingault (2) qui, en faisant passer de l'acide chlorhydrique sec sur de l'argent chauffé au rouge vif, constata la formation de chlorure d'argent et la mise en liberté d'hydrogène. Cette expérience a été reprise par M. Berthelot (3), qui opérait à 500°-550°, alors que la dissociation de l'acide chlorhydrique ne pouvait influer sur la marche du phénomène.

» Réciproquement, le chlorure d'argent, chauffé dans une atmosphère d'hydrogène, est réduit par ce gaz : il y a formation d'argent métallique et d'acide chlorhydrique.

» Nous nous trouvons donc en présence de deux réactions inverses sur lesquelles nous nous sommes proposé d'étudier méthodiquement l'influence de la température.

---

(1) Ce travail a été fait au Laboratoire de Chimie générale de l'Institut de Chimie de Lille.

(2) Boussingault, *Mémoire sur l'action du gaz acide hydrochlorique sur l'argent à une haute température* (*Annales de Physique et de Chimie*, 2e série, t. LIV, p. 253).

(3) Berthelot, *Sur la décomposition des hydracides par les métaux* (*Annales de Physique et de Chimie*, 5e série, t. XVI, p. 433).

» La méthode employée est la suivante :

» Des tubes scellés renfermant, soit du chlorure d'argent fondu et de l'hydrogène, soit de l'argent pur et de l'acide chlorhydrique sec, sont chauffés pendant un temps suffisamment long à des températures fixes. On les refroidit alors brusquement, on les ouvre sur la cuve à mercure et l'on fait passer leur contenu dans une éprouvette graduée : on a le volume V du mélange des gaz. On absorbe l'acide chlorhydrique par de l'eau distillée récemment bouillie et on lit le volume v de l'hydrogène. Le rapport $\rho = \frac{(V - v) 100}{V}$ donne la proportion en centièmes de l'acide chlorhydrique contenu dans les tubes scellés. On a naturellement fait subir à V et à v les corrections relatives à la pression et à la tension maxima de la vapeur d'eau à la température de l'analyse.

» L'étude de l'*action de l'hydrogène sur le chlorure d'argent* conduit aux résultats suivants :

» 1° Si l'on chauffe à une température fixe du chlorure d'argent dans une atmosphère limitée d'hydrogène, pendant des temps progressivement croissants, on remarque que la proportion d'acide chlorhydrique croît d'abord avec le temps, puis tend vers une certaine *limite* qui dépend de la température de l'expérience :

Expériences à 350°.		Expériences à 440°.		Expériences à 600°.	
Temps de chauffe.	Valeur de ρ.	Temps de chauffe.	Valeur de ρ.	Temps de chauffe.	Valeur de ρ.
8 jours.......	53,89	12 heures....	71,67	$\frac{1}{4}$ d'heure.....	92,08
3 semaines....	70,98	36 heures....	82,46	$\frac{1}{2}$ heure......	92,56
5 semaines...	75,85	70 heures....	88,66	1 heure......	92,80
6 semaines....	75,87	408 heures...	88,88	2 heures.....	92,86
8 semaines....	75,88	504 heures...	88,42	5 heures.....	92,84

» Le temps de chauffe nécessaire pour atteindre la limite en question varie avec la température; il est d'autant plus long que la température est plus basse : ainsi, à 250°, il faut plusieurs mois pour atteindre cet équilibre; à 600°, il ne faut plus qu'une heure.

» 2° Cette action réductrice de l'hydrogène sur le chlorure d'argent débute vers 200°. Très faible à 250° (elle atteint à peine 5 centièmes), la valeur de ρ monte rapidement à 75,88 à 350°, pour atteindre successivement 88,88; 90,80; 92,15 et 92,80 aux températures de 440°, 490°, 530° et 600°.

» L'*action de l'acide chlorhydrique sur l'argent* est aussi limitée :

Expériences à 490°.		Expériences à 530°.		Expériences à 600°.	
Durée de chauffe.	Valeur de ρ.	Durée de chauffe.	Valeur de ρ.	Durée de chauffe.	Valeur de ρ.
1 heure.....	94,35	¼ d'heure.....	93,81	¼ d'heure.....	94,74
3 heures....	94,07	½ heure......	93,44	½ heure......	93,11
24 heures....	94,18	2 heures.....	92,95	1 heure......	92,82
48 heures....	94,03	5 heures.....	92,92	14 heures....	92,79

» L'attaque de l'argent par l'acide chlorhydrique sec commence vers 400°. Lorsque l'équilibre est atteint, on trouve pour ρ les valeurs 94,10; 92,95 et 92,80 aux températures respectives de 490°, 530° et 600°.

» Les résultats précédents montrent que, pour toutes les températures inférieures à 600°, la limite des deux réactions inverses est bien différente suivant le système dont on est parti. Si l'on représente la marche du phénomène par des courbes construites en portant en abscisses les températures et en ordonnées les proportions centésimales d'acide chlorhydrique formé, les deux courbes limitent une région du plan à laquelle M. Duhem (¹) a donné le nom de région des *faux équilibres*.

» Au delà de 600°, les limites sont les mêmes quel que soit le système considéré.

» *Remarques*.— 1° Aux températures inférieures à 450°, alors que le chlorure d'argent n'est pas encore liquéfié dans les tubes scellés, il se recouvre d'un enduit blanc, brillant, d'argent métallique. Nous nous sommes naturellement demandé si cette couche d'argent métallique ne protégeait pas le chlorure d'argent de l'action ultérieure de l'hydrogène, si ce n'était pas elle qui limitait la réduction. Nous avons ainsi été conduit à faire varier dans de larges limites la surface du chlorure d'argent introduit dans nos tubes.

» L'équilibre est sensiblement indépendant des surfaces en contact. Ajoutons que pour toutes les températures supérieures à 450°, alors que le point de fusion du chlorure d'argent est dépassé, la limite a été trouvée (et ici les résultats sont encore plus nets) absolument indépendante de la masse. Seul, le temps de chauffe nécessaire pour atteindre l'équilibre a été en général d'autant plus réduit que le chlorure d'argent était en proportion plus considérable.

» 2° Une difficulté beaucoup plus grande est la suivante : aux températures de nos expériences, le verre est attaqué par l'acide chlorhydrique; il semble donc qu'il y avait là une cause d'erreur. Nous sommes arrivé à l'éviter, dans une certaine mesure, soit en argentant intérieurement les tubes, et le procédé n'est malheureusement pas applicable aux températures élevées parce qu'alors l'argenture est détruite, soit en em-

---

(¹) P. Duhem, *Traité élémentaire de Mécanique chimique fondée sur la Thermodynamique*.

ployant un verre aussi peu attaquable que possible par cet hydracide. Celui qui nous a donné les meilleurs résultats a été le verre dit *d'Iéna*.

» Il est essentiel d'ailleurs de remarquer que, si l'on chauffe à une température élevée pendant un temps suffisamment long des tubes scellés renfermant de l'acide chlorhydrique sec, le gaz que renferment ces tubes est, après refroidissement, entièrement absorbable par l'eau : il n'y a donc pas, dans l'attaque du verre par cet hydracide, production de gaz dont la présence aurait faussé les résultats.

» Au reste, dans la région des équilibres véritables, les divergences observées dans la limite des deux réactions inverses sont de l'ordre des erreurs expérimentales. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la camphénylone.* Note de MM. E.-E. Blaise et G. Blanc.

« Dans un récent travail (*Ber. d. ch. G.*, t. XXXII, p. 1498, 12 juin 1899), M. W. Jagelki a montré que le camphène, traité par le nitrite de sodium et l'acide acétique, fournit un mélange de dérivés azotés. Ceux-ci, chauffés avec la potasse, donnent une cétone cyclique : la camphénylone $C^9H^{14}O$, dont l'oxime se déshydrate sous l'influence du chlorure d'acétyle avec formation de nitrile camphocéénique. Enfin, l'acide camphocéénique, traité par le permanganate de potassium, donne un dérivé dihydroxylé qui, oxydé par l'acide azotique, fournit de l'acide $\alpha\alpha$-diméthyltricarballylique.

» Il était intéressant de chercher à établir une relation entre l'acide camphocéénique et son isomère, l'acide isolauronolique, qu'on obtient en faisant réagir le chlorure d'aluminium sur l'anhydride camphorique. Adoptant pour le camphène la formule de Bredt, M. Jagelki attribue à l'acide camphocéénique la constitution suivante

```
               CH³ CH³
                 \ /
                  C
                 / \     CH³
CO²H — CH       /   \ C/
              |       ||
           CH² |_______|| CH
```

» Or, la formule que M. Bredt assigne d'autre part à l'acide camphorique conduit, pour l'acide isolauronolique, au schéma ci-dessus, ou au suivant :

```
               CH³ CH³
                 \ /
                  C
                 / \     CH²
CO²H — CH       /   \ C//      .
              |       |
           CH² |_______| CH²
```

» On voit que, dans les deux cas, la réduction totale des nitriles camphocéénique et isolauronolique doit fournir une seule et même amine. L'aminodihydrocampholène qui résulte de la réduction du nitrile isolauronolique ayant déjà été préparé par l'un de nous, nous avons cherché à réduire le nitrile camphocéénique dans les mêmes conditions, afin de confirmer ou d'infirmer la relation précédente. On voit d'ailleurs qu'au cas où la liaison éthylénique du nitrile camphocéénique ne se fût pas hydrogénée, la base obtenue aurait dû être identique à l'α ou au β-aminocampholène que nous avons préparés précédemment à partir des campholénamides correspondantes ([1]).

» Nos premiers essais ont été effectués sur un échantillon de camphène qui nous avait été gracieusement donné par M. Étard, que nous sommes heureux de remercier.

» Le camphène que nous avons employé ensuite nous a été fourni par la maison Schimmel et porte le nom de *camphène de l'isobornéol;* il fond à 53° et possède un pouvoir rotatoire gauche très faible : $\alpha_D = -4°$.

» La préparation de la camphénylone par le procédé de M. Jagelki étant fort laborieuse et ne nous ayant pas fourni de bons rendements, nous l'avons modifiée. Nous faisons réagir directement les vapeurs nitreuses sur le camphène, à 0°. Le carbure fond rapidement en un liquide vert, puis bleu, qui absorbe aisément l'hypoazotide. Lorsque la fixation de ce dernier atteint une molécule (Az^2O^4) pour une molécule de camphène, on voit des bulles gazeuses se former à la surface du liquide puis une réaction violente se déclare; il se dégage un mélange d'oxydes d'azote et de vapeur d'eau. Le résidu, duquel on peut séparer aisément le nitrite de camphényle par entraînement au moyen de la vapeur d'eau, est alors additionné de lessive de potasse. On chauffe à reflux, à l'ébullition, pendant cinq heures, puis on entraîne dans un courant de vapeur la camphénylone formée.

» La cétone ainsi obtenue et séparée par épuisement à l'éther forme une masse solide de cristaux en feuilles de fougère. Comme celle qu'on obtient en suivant le procédé de M. Jagelki, elle fond vers 50° et n'est pas pure; elle renferme en effet un peu de camphène et, en outre, une faible proportion d'un corps non cétonique à point de fusion très élevé, probablement identique à l'isobornéol. On la purifie par transformation en semi-carbazone, fusible à 224°, qu'on hydrate ensuite au moyen de l'acide chlorhydrique concentré. La camphénylone pure fond à 37°.

([1]) *Bull. Soc. chim.*, 20 novembre 1899.

» Cette purification est d'ailleurs inutile quand on se propose de préparer l'oxime; il suffit, en effet, de dissoudre l'oxime brute dans l'acide chlorhydrique et d'épuiser trois fois la solution à l'éther pour éliminer les impuretés. L'oxime qu'on précipite ensuite, en neutralisant la liqueur acide, est facilement entraînable par la vapeur d'eau; elle se sublime en cristaux blancs, fusibles à 109°-110°. La déshydratation de l'oxime au moyen du chlorure d'acétyle fournit le nitrile camphocéénique, liquide réfringent, à odeur forte et particulière, qui bout à 220°-230° à la pression atmosphérique. En même temps se forme une isooxime fusible à 165°. La déshydratation à l'aide de l'acide sulfurique à 20 pour 100, que M. Jagelki indique comme plus commode, a l'inconvénient de régénérer une certaine quantité de camphénylone.

» La réduction du nitrile a été effectuée au moyen du sodium et de l'alcool absolu bouillant. Lorsqu'elle est terminée, on neutralise par l'acide chlorhydrique étendu et l'on distille l'alcool. On met la base en liberté par addition de potasse, on épuise à l'éther, on sèche la solution éthérée sur la potasse fondue et on distille le solvant. On distille alors le résidu et l'on recueille la portion 200-220; on la dissout dans l'éther anhydre et l'on fait passer dans la liqueur un courant d'acide chlorhydrique sec. Le chlorhydrate se précipite; on l'essore, on le redissout dans le moins possible d'alcool absolu et on le reprécipite par addition d'éther anhydre.

» La *base*, régénérée du chlorhydrate pur, constitue un liquide réfringent et bout à 204°-205° sous la pression atmosphérique; elle fixe avec avidité l'acide carbonique. L'analyse montre qu'elle n'est pas saturée. Son *chlorhydrate* constitue une poudre blanche, peu soluble dans l'alcool, assez soluble dans l'eau; il noircit vers 195° et se décompose vers 225° en fondant. Traité par le cyanate de potassium, il donne une *urée*

$$C^9H^{15}AzH - CO - AzH^2$$

cristallisant en lamelles micacées, très peu soluble dans le benzène froid, s'y dissolvant facilement à chaud et fusible à 118°. L'éther oxalique, réagissant sur la base, donne une *oxamide*. Celle-ci est très peu soluble dans l'alcool absolu, même à l'ébullition, et cristallise en aiguilles soyeuses qui fondent à 148°. Le chloroplatinate constitue une poudre jaune clair, insoluble dans l'eau et l'alcool.

» Dans les eaux-mères du chlorhydrate de cette première base, on trouve le chlorhydrate d'une base isomère : ce sel fond à 175°-176°. La base libre bout à 195°; son urée et son oxamide fondent à 106°-107°, et le picrate correspondant à 178°.

» Des faits précédents, il résulte que les bases qu'on obtient en réduisant le nitrile camphocéénique sont essentiellement différentes du dihydroaminocampholène et des aminocampholènes α et β. La camphénylone et ses dérivés ne renferment donc plus le noyau triméthylcyclopentanique qui existe dans les corps qui appartiennent à la série du camphre.

» Ces conclusions théoriques seront développées dans un Mémoire qui paraîtra au *Bulletin de la Société chimique*. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la matière colorante de la digitale.* Note de MM. **Adrian** et **A. Trillat**, présentée par M. Arm. Gautier.

« Nous avons pu retirer de la digitale un nouveau corps cristallisé en employant une méthode analogue à celle qui nous avait servi à extraire la matière colorante jaune de l'*Artemisia absinthium*, la grande absinthe ([1]).

» Le produit a été retiré de la *Digitalis lutea* (la digitale de Hongrie), en traitant les résidus provenant de la préparation de la digitaline cristallisée.

» Les eaux-mères, après la cristallisation de la digitaline obtenue en suivant les indications du Codex, sont évaporées jusqu'à consistance d'un extrait qui est ensuite mis en contact à froid pendant plusieurs heures avec de la benzine. On sépare la partie insoluble qui est constituée surtout par de la digitaline amorphe, on filtre la benzine et on la distille. Le résidu de la distillation, débarrassé par la chaleur des dernières traces de benzine, est à son tour épuisé par de la gazoline qui dissout l'huile dans laquelle le nouveau produit se trouve en suspension. Après quelques heures de repos, on décante et l'on dissout la partie solide dans l'alcool amylique chaud qui la laisse cristalliser par refroidissement. Pour purifier le produit, on emploie l'alcool à 90° bouillant dans lequel il cristallise rapidement par simple abaissement de température.

» Après de nombreuses cristallisations, le corps obtenu par la méthode que nous venons de décrire se présente sous la forme de belles aiguilles jaunes, soyeuses et feutrées, fondant très nettement à la température de 217°-218°.

» Nous avons cherché à en établir la formule par la combustion et par la détermination du poids moléculaire.

» *Analyse :*

	I.	II.	Moyenne.
Carbone	71,99	71,63	71,860
Hydrogène	4,61	4,72	4,665
Oxygène (par diff.)	23,40	23,65	23,475

ce qui correspond à une formule en $(C^4H^3O)^n$.

([1]) *Comptes rendus*, novembre 1898.

» *Détermination du poids moléculaire.* — La détermination du poids moléculaire par la méthode cryoscopique n'a donné que des résultats négatifs par suite de la faible solubilité de la substance.

» Nous avons préféré employer la méthode ébullioscopique. $1^{gr},8221$ de substance séchée à 110° ont été dissous dans $27^{gr},6$ d'acide acétique (éb. $115^{\circ},5$) (élévation du point d'ébullition $0^{\circ},66$).

» En appliquant la formule suivante, on a :

$$\text{Poids moléc.} = K\frac{p \times 100}{P \times c} = 25,3 \times \frac{1,8221 \times 100}{27,6 \times 0,66} = 253.$$

» L'analyse élémentaire ayant donné la formule $(C^4H^3O)^n$ on trouve le chiffre 268 pour $C^{16}H^{12}O^4$.

» Cette formule est différente de celle de la digitoflavone de Fleischer.

» Nous pensons que la substance ainsi retirée de la digitale constitue la matière colorante de cette plante. Elle est insoluble dans l'eau, dans les acides minéraux étendus et dans l'éther de pétrole ; elle se dissout surtout à chaud dans l'alcool, le chloroforme, l'alcool amylique. Les solutions alcalines la dissolvent avec une belle coloration rouge.

» L'acide chlorhydrique bouillant ne l'attaque pas ; elle ne donne pas de sucre réducteur, l'acide acétique et la phénylhydrazine ne la transforment pas. Nous n'avons pas pu constater la formation de la pyrocatéchine et de la phloroglucine par l'action de l'acide chlorhydrique ou de la potasse ; elle diffère donc encore en cela de la digitoflavone.

» Nous avons cherché si notre produit pouvait provenir de la décomposition de la chlorophylle ou d'un des composés qui l'accompagnent. Nous avons trouvé qu'il ne devait pas être assimilé à un dérivé à noyau chlorophyllien et qu'il n'était pas comparable au carottène, car il ne donne pas de bandes d'absorption. D'autre part, la comparaison avec les produits tinctoriaux jaunes naturels, sur tissus mordancés au chrome, au fer et à l'alumine, ne permet pas de le considérer comme une matière colorante bien active. Il est donc spécial à la digitale et encore faut-il remarquer que seule la *Digitalis lutea* peut en fournir.

» En résumé, le nouveau principe que nous avons retiré de la digitale est remarquable par sa grande stabilité et sa résistance aux divers agents chimiques. En ceci, il a une grande analogie avec le composé que nous avons retiré de la plante d'absinthe, mais il en diffère par le point de fusion et l'analyse. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur une expérience relative aux courants sous-marins.* Note de M. **J. Thoulet.**

« Pendant son mémorable voyage d'exploration scientifique, à diverses reprises, le *Challenger* exécuta des mesures relatives à l'existence, à la direction et à la vitesse des courants sous-marins. Ces expériences (¹) furent faites principalement pendant les mois d'avril, d'août et de septembre 1873, d'abord à l'ouest des Bermudes, puis entre les îles du Cap Vert et Fernando Noronha. On amarrait une embarcation sur le câble de la drague ou sur la ligne de sonde dont le plomb reposait au fond et servait d'ancre. De ce point fixe, à l'aide d'une drague à courant, descendue à des profondeurs variables et qui ont dépassé 500 brasses (915^m), on évaluait la direction et la vitesse du courant d'abord à la surface puis à des profondeurs augmentant progressivement. On construisait alors des roses de courants, diagrammes montrant de la façon la plus nette que, sur une même verticale, les courants profonds étaient susceptibles de différer considérablement, comme direction et comme vitesse, non seulement entre eux, mais encore du courant de la surface.

» Ces expériences ont été reprises par des procédés semblables ou différents par le prof. I. Y. Buchanan, à bord du *Dacia* en 1878, puis du *Buccaneer* dans le golfe de Guinée et par le commandant Anthony S. Thomson en 1895, à bord du *Buccaneer,* dans l'Atlantique, au sud de l'équateur (²).

» Grâce à la bienveillance des membres de la mission hydrographique opérant dans l'Iroise au large de Brest, j'ai pu, à bord du bâtiment de l'État le *Laborieux,* avec l'aide de M. l'Ingénieur hydrographe de la marine Gauthier, me livrer à une expérience du même genre et établir une nouvelle confirmation d'un fait dont l'importance est capitale pour l'étude de la circulation océanique.

» Le vendredi 11 août 1899, à environ trois milles et quart dans le sud du phare des Pierres-Noires, c'est-à-dire aussi en dehors que possible des phénomènes d'interférences provenant de réflexions contre la terre, par

---

(¹) Challenger's Reports. Nartative of the cruise.

(²) *Remarks on ocean currents and practical hints on the method of their observation,* by A. S. Thomson. Report of the 6th Intern. Geog. Congress held in London in 1895, p. 443.

une profondeur de 70^m, cinq flotteurs, dont chacun était constitué par deux bouteilles de mêmes dimensions accouplées selon la méthode de M. Hautreux, furent jetés simultanément à la mer et abandonnés à eux-mêmes. Le point de départ fut soigneusement relevé au cercle. On était à ce moment en flot, dix-huit minutes seulement après l'heure de la basse mer qui avait lieu, ce jour-là, à 1^h de l'après-midi.

» La bouteille supérieure de chaque flotteur était peinte d'une couleur différente, afin d'être reconnaissable. Pour chacun d'eux, une bouteille flottait à la surface, en y enfonçant autant que possible, à l'aide d'un lest d'eau; la seconde bouteille était aussi lestée de manière à avoir une densité à peine supérieure à celle de l'eau ambiante et était reliée à la première par une cordelette très fine de 5^m pour le premier flotteur, de 10^m, 20^m, 30^m, 40^m et 60^m pour les suivants. Dès le départ, les cordelettes des flotteurs à 20^m et 30^m s'enchevêtrèrent, de sorte que ce double système de quatre bouteilles fut considéré comme un flotteur unique correspondant à une profondeur de 25^m. La mer était calme et il n'y avait pas de vent.

» Après que le bâtiment se fut maintenu en vue, sans toutefois troubler la dérive des flotteurs, pendant un plus d'une heure, une embarcation fut mise à la mer et chaque flotteur fut recueilli. On eut soin de noter exactement au cercle la position où il était parvenu, ainsi que la durée de son immersion.

» Ces données furent reportées sur la carte marine. Le flotteur à 5^m étant considéré comme de surface, la trajectoire de chaque flotteur déterminant en direction et en vitesse, le courant à cette profondeur s'obtenait par la composante suivant le parallélogramme des forces de la résultante diagonale indiquée par la trajectoire de la bouteille de surface et de la trajectoire du flotteur à 5^m comme autre composante. On obtint de cette manière une rose de courant suivant une verticale au point considéré.

» Les résultats mesurés graphiquement sont les suivants :

Surface.	Direction.	Vitesse à l'heure.
5^m	N 29° W	1430^m
10	S 28 E	94
25	S 73 E	150
40	S 73 E	150
60	N 8 E	420

» A l'inspection du diagramme, il semblerait que les eaux de flot, rencontrant la masse des eaux qui finit de descendre en jusant, les heurtent

comme un double coin, d'abord à la surface avec une vitesse maximum tandis qu'à 10^m de profondeur le courant, encore influencé par le jusant, possède une vitesse minimum et une direction presque inverse. A mesure qu'on descend davantage, le courant tourne de plus en plus sur lui-même, en sens inverse des aiguilles d'une montre, avec une vitesse croissante; jusqu'à 60^m, c'est-à-dire à 10^m seulement au-dessus du fond, il ne fait plus qu'un angle de 37° avec la direction du courant de surface quoique avec une vitesse notablement moindre que celle de celui-ci. Le phénomène présente quelque analogie avec ceux étudiés par Helmholtz à propos des vagues atmosphériques.

» Il serait à désirer que de semblables expériences fussent renouvelées, en jusant et à des époques différentes, aussi loin que possible de la terre pour éviter les interférences. On y trouverait sans doute d'intéressantes conclusions relatives aux phénomènes de marées. Indépendamment de l'importance scientifique de ces questions, la navigation pourrait peut-être être amenée à tirer profit de courants si peu profonds et pourtant si différents en intensité et en direction du courant régnant à la surface. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la resistance des graines aux températures élevées.* Note de M. **Victor Jodin**, présentée par M. Dehérain.

« Au cours de ses *Recherches sur l'Alucite*, Doyère constata qu'on peut chauffer jusqu'à 100° le blé qui a été séché dans le vide, sans que ses graines perdent la faculté de germer.

» Il est possible d'obtenir le même résultat sans l'emploi du vide, en ménageant la température et en n'introduisant les graines dans l'étuve à 100° qu'après leur avoir enlevé leur eau hygrométrique à une température moins élevée.

» Des graines de Pois et de Cresson alénois, chauffées directement à 98° pendant dix heures, furent complètement tuées. Mais, chauffées d'abord vingt-quatre heures à 60°, puis dix heures à 98°, elles avaient conservé un pouvoir germinatif de 30 pour 100 pour les Pois, et de 60 pour 100 pour les Cressons.

» Cette température de 60° ne paraît pas préjudiciable à *certaines* graines; car des Pois et des Cressons germèrent très bien après cinq cents et huit cents heures passées dans l'étuve à 65°.

» On n'observe cette immunité que si l'on chauffe en vase ouvert, de

façon à permettre l'élimination rapide de l'eau hygrométrique. Il en va autrement si l'on retarde ou si l'on met obstacle à cette élimination. Si, par exemple, on opère dans des tubes scellés ou simplement étirés en pointes capillaires laissées ouvertes, les dimensions de ces tubes étant telles que leur capacité intérieure puisse se saturer de vapeur formée aux dépens d'une *partie seulement* de l'eau hydrométrique des graines renfermées, celles-ci, dans l'impossibilité de se dessécher complètement, ne supportent même plus des températures relativement faibles.

» Ainsi des Pois et des Cressons, chauffés à 40° en tubes scellés, avaient tout à fait perdu leur pouvoir germinatif au bout de cinq cents heures, soit environ vingt jours.

» Mais si, avec les graines, on introduit dans les tubes scellés un corps desséchant, les choses changent, et l'on retrouve la résistance signalée précédemment dans le chauffage à vase ouvert. Des Pois et Cressons en tubes scellés, contenant de la chaux vive, purent séjourner à l'étuve à 40° pendant deux cent six jours sans subir aucune diminution apparente de leur puissance germinative.

» Il y a peut-être là l'indication d'un procédé pour prolonger la vie latente et le pouvoir germinatif de certaines graines. Depuis assez longtemps j'ai dans mon laboratoire des graines noyées dans un mélange de plâtre et de chaux vive (contenu dans des flacons à l'émeri) et qui continuent à germer parfaitement. »

GÉOLOGIE. — *Sur la période glaciaire dans les Karpates méridionales.* Note de M. E. de Martonne, présentée par M. A. de Lapparent.

« Les traces de la période glaciaire, dans les Karpates méridionales, ont été signalées pour la première fois par Lehmann, en 1881. Mais ses observations furent contestées par les géologues hongrois Primics et Inkey. La question a été touchée depuis par MM. Mrazec, Popovici-Hatzeg et Munteanu Murgoci. En août 1889, j'ai visité les massifs du Paringu et du Bucegiu et acquis la conviction que, de tous les arguments invoqués, le seul décisif était l'argument topographique. Les Cartes existantes étant incapables de donner idée de la topographie de ces montagnes qui offrent les cirques glaciaires les plus typiques, l'on ne saurait s'étonner du scepticisme avec lequel ont été accueillies les descriptions pourtant exactes de Lehmann.

» En août et septembre 1899, j'ai exécuté un lever topographique du massif du Paringu. Les deux cirques de Găuri et Gălcescu, situés en territoire roumain, ont été levés avec la règle à éclimètre au $\frac{1}{10000}$ (courbes de niveau de 5^m en 5^m, 400 cotes sur une surface de 8^{kmq}). Les cirques de Jeseru et Coasta Petresi ont été levés par intersection, les autres cirques à la boussole alidade et au baromètre. La topographie des cirques situés en territoire autrichien a été soumise à une revision qui a permis de compléter et d'ajouter certains détails caractéristiques. Un relief au $\frac{1}{20000}$ de tout le massif du Paringu doit être exécuté d'après la Carte ainsi obtenue.

» Ce travail a amené la découverte de plusieurs cirques dont la Carte au $\frac{1}{75000}$ n'offrait même pas une indication, d'un grand nombre de lacs, dont plusieurs sont incontestablement d'origine glaciaire et sur lesquels je me propose de revenir ultérieurement. Enfin, il m'a permis de rechercher toutes les traces du passage des anciens glaciers, en les soumettant à la critique la plus sévère. Les résultats sont les suivants :

» Toutes les hautes vallées se terminent en cirques, dont la topographie est à tous égards la même que celle des cirques actuellement occupés par des glaciers dans les Alpes ou les Pyrénées, et les vallées où la présence d'anciens glaciers a été démontrée d'une façon indiscutable, dans les Alpes, les Pyrénées, le Jura, le Riesengebirge, la Tatra. Le profil transversal en U, le profil longitudinal en escalier, l'indépendance des courbes de niveau relativement au tracé des cours d'eau, la convergence des lignes de plus grande pente vers un ou plusieurs points autres que le débouché du cours d'eau principal, tels sont les traits les plus caractéristiques de cette topographie qui ne peut s'expliquer par l'érosion seule.

» Les cirques les plus caractéristiques se trouvent sur le versant nord, ce sont : Zănoaga Sciveiului, Roșiile, Geresiu, Găuri, Gălcescu, Jezeru, Coasta Petresi. Un certain nombre de cirques sont orientés vers l'est, ce sont : Muntinu, Urda, Dengheru. Il existe aussi des cirques orientés au sud dont les plus typiques sont : Găura Mohorului, Jeșul et Zănoaga Plescoi.

» Dans presque toutes ces vallées, j'ai trouvé des roches moutonnées qui, par leur nombre et leur position, ne permettent pas d'autre explication que le passage d'un glacier. L'altitude à laquelle on les rencontre est 1700^m (Urda).

» Les stries bien conservées sont extrêmement rares, ce qui s'explique par la rapidité avec laquelle les schistes cristallins se décomposent. A Gălcescu et à Jeșul j'en ai trouvé sur des roches moutonnées, qui paraissent bien incontestablement des stries glaciaires.

» La plupart des points où l'on a signalé jusqu'ici des moraines et où j'ai cru moi-même d'abord en trouver ne présentent que des éboulis. Je crois pouvoir affirmer qu'il n'existe pas de moraines typiques dans ces hautes vallées. On s'expliquera facilement ce fait si l'on songe qu'il n'existe aucun moyen de distinguer des éboulis la moraine de surface ou la moraine latérale dès qu'elle a été remaniée par l'érosion, et que les glaciers suspendus n'ont généralement pas de moraine de fond. Sur les pentes de Cărbunele (entièrement formées de roches vertes), M. Munteanu a déjà signalé la présence de blocs de gneiss, assez difficiles à expliquer. Ces blocs peuvent être les restes d'une moraine latérale du glacier de Jezeru.

» Plusieurs faits semblent indiquer l'existence de deux et peut-être trois périodes glaciaires, au moins sur le versant nord. Tous les cirques du versant nord sont accompagnés de petits cirques parasites qui présentent tous les caractères de la topographie glaciaire d'une façon bien plus nette que les grands cirques, et peuvent être considérés comme les traces d'une période glaciaire plus récente. Au débouché de plusieurs cirques du versant nord (Jezeru, Găuri, Coasta Petresi, Urda) et d'un cirque du versant sud (Moharu), on observe une série de terrasses dans le roc qui permettent de reconstituer une vallée beaucoup plus large, plus élevée et d'une pente généralement plus rapide que la vallée actuelle. Sur ces terrasses on trouve des roches moutonnées qui manquent dans le fond de la vallée. C'est sur une pareille terrasse que sont les blocs de gneiss de Cărbunele. Il faut donc admettre au moins deux périodes glaciaires séparées par une période d'érosion. La première, dont la plupart des traces ont disparu, s'est étendue jusque dans les vallées et doit dater de la fin du pliocène; la deuxième qui ne forma que des glaciers suspendus, limités aux cirques des hautes vallées, n'a pas laissé de moraines, mais d'après la position des roches moutonnées on peut fixer la limite moyenne des glaciers à 1700^{m} et la limite des neiges éternelles à 1850^{m}.

» Une rapide exploration de la région la plus élevée du massif des Fogarash (Negoiu, Paltinu, Buda, Capra, Rîoșu) m'a conduit à des constatations analogues. J'ai découvert sur le versant sud un grand nombre de cirques dont la Carte ne porte pas la plus légère indication, ainsi que plusieurs lacs d'origine glaciaire incontestable. Dans les cirques de Capra j'ai trouvé des roches polies et moutonnées et des stries d'un état de conservation parfait. Au contraire du massif du Paringu, la glaciation paraît avoir été plus intense sur le versant sud que sur le versant nord. Il semble en être de même dans le massif du Bucegiu que j'ai visité l'année dernière.

» Tout cet ensemble de faits concorde avec la récente découverte des traces d'une glaciation dans le Riladagh par M. Cvijic. »

PHYSIOLOGIE. — *La variation négative n'est pas un signe infaillible d'activité nerveuse.* Note de M. A. **Herzen**.

« On sait que l'activité d'un nerf est accompagnée de négativité électrique; on ne connaît aucune exception à cette règle et l'on est, par conséquent, autorisé à admettre que, toutes les fois qu'un nerf devient actif, il devient en même temps électro-négatif. Mais on admet comme allant de soi que l'*inverse* est également vrai, c'est-à-dire que *toute variation négative* éveillée dans un nerf par une irritation, fût-elle fonctionnellement inefficace, *est nécessairement accompagnée d'activité physiologique de ce nerf.* Or, non seulement cette présomption ne repose sur aucun fait connu, mais un certain nombre de faits indiquent que la variation négative peut avoir lieu dans un nerf encore excitable, *sans qu'il devienne actif.* J'ai signalé ces faits en 1898 (dans l'*Intermédiaire des Biologistes*). Cependant, comme ils se rapportent à des nerfs et à des organes terminaux plus ou moins altérés, je me suis attaché à trouver le moyen de produire la variation négative dans des nerfs *normaux* aboutissant à des organes périphériques *intacts,* sans activité physiologique.

» On connaît depuis longtemps un certain nombre de substances qui ont, sur les nerfs avec lesquels on les met directement en contact, une action très particulière : le trajet du nerf soumis à leur influence *perd peu à peu son excitabilité locale,* sans que sa conductibilité subisse une diminution appréciable; dans ces conditions, le trajet nerveux modifié transmet parfaitement les impulsions centripètes et centrifuges qui lui arrivent de la partie périphérique ou de la partie centrale du nerf, mais il est totalement incapable de transformer lui-même en activité fonctionnelle les irritations que l'on fait agir directement sur lui; elles ne produisent aucun effet physiologique, ni sensitif ni moteur.

» Il était tout indiqué de faire quelques expériences sur des nerfs placés dans ces conditions, afin de voir si l'irritation du trajet inexcitable, bien qu'elle ne fournisse aucun effet fonctionnel, produit néanmoins une variation négative dans les parties normales du nerf situées près du centre ou plus près du muscle.

» Quelques essais préliminaires nous montrèrent, à M. Radzikowski,

mon assistant, et à moi, que la cocaïne et le chloral étaient, dans ce but, préférables à d'autres substances, et nous eûmes à plusieurs reprises *de bonnes variations négatives dans les parties normales du nerf* en irritant sa partie inexcitable. M. Radzikowski a en outre trouvé que la substance qui agit le mieux est la *chloralose*. Son action est plus lente, mais plus constante.

» Il se pourrait que nos constatations entraînassent des conséquences d'une grande portée : elles semblent inconciliables avec les théories dominantes concernant la nature intime de l'activité nerveuse. En effet, dans l'expérience sur un nerf rendu localement inexcitable, la variation négative naît *seule* dans la partie modifiée du nerf et se propage *seule* dans ses parties normales; elle n'est donc ni *l'effet* nécessaire, ni la *cause* nécessaire de l'activité fonctionnelle, qui serait quelque chose d'autre et quelque chose de plus que le phénomène électrique qui l'accompagne habituellement. Néanmoins, la conciliation est possible, à la condition qu'il soit expérimentalement démontré qu'il s'agit de *deux formes* différentes de variation négative, l'une brusque et rapide, physiologiquement efficace, et l'autre graduelle et lente, physiologiquement inefficace. Le galvanomètre à lui seul est impuissant à révéler cette différence. Il appartient à des recherches ultérieures d'établir si elle existe et, selon le résultat auquel elles aboutiront, les théories actuelles pourront être maintenues dans leur intégrité ou devront être modifiées. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Embolies cellulaires.* Note de MM. **Charrin** et **Levaditi** [1], présentée par M. Ch. Bouchard.

« Nous venons d'observer des faits qui permettent d'établir que le courant sanguin peut transporter des cellules constitutives des différents organes de l'économie.

» Dans un premier cas, il s'agit d'une femme qui a succombé aux atteintes d'une fièvre typhoïde grave contractée au terme d'une grossesse. — En dehors des lésions caractéristiques de l'intestin, nous avons constaté une dégénérescence profonde du foie et du myocarde, organes décolorés, mous, dépressibles. Mais nous avons surtout été frappés par l'existence,

---

[1] Travail du laboratoire de Médecine expérimentale de l'École des Hautes Études.

dans quelques capillaires, d'éléments figurés; ces éléments, découverts dans les vaisseaux hépatiques comme dans ceux du cœur, du rein ou du poumon, nous ont paru constitués par des débris de cellules provenant, pour une part, de la glande biliaire. De plus, dans les artérioles cardiaques et pulmonaires, nous avons décelé, d'une façon indiscutable, des fragments de muscles striés à noyau central, autrement dit, en raison de ces caractères, des fragments myocardiques; dans une de ces artérioles cardiaques on a reconnu deux de ces fragments entourés de globules rouges mélangés à des gouttelettes graisseuses. Dans une veinule du poumon, on a rencontré une de ces cellules musculaires du myocarde parfaitement conservée, placée près de la paroi et entourée de nombreuses hématies.

» Dans un second cas, nous venons de découvrir, dans des capillaires du foie, des éléments anatomiques soit de cet organe, soit du revêtement des canaux biliaires : ce foie a été recueilli chez un lapin mort des lésions que provoque la pancréatine en circulation. — Un des capillaires des espaces portes, contient sept de ces éléments anatomiques hépatiques, dont l'un présente deux noyaux; ce capillaire renferme, en outre, quatre cellules épithéliales provenant de la membrane interne des voies de la bile, et tout autour des globules rouges très pâles, mêlés à d'abondants leucocytes.

» En présence de ces constatations, la première idée qui vient à l'esprit, c'est que, par suite d'un singulier hasard, ces éléments ont pu être placés dans ces vaisseaux par les mouvements du rasoir qui a servi à pratiquer les coupes. Toutefois, comme ces embolies cellulaires existent dans un assez grand nombre d'artérioles ou de veinules, il faudrait admettre la répétition de cette cause d'erreur, et, si sa fréquence est telle, on ne conçoit pas comment des faits de cette nature n'ont pas depuis longtemps et fréquemment été signalés, d'autant plus qu'on retrouve ces embolies dans des plans successifs d'un même conduit sanguin; d'ailleurs, comment concilier cette interprétation avec l'existence des fragments musculaires myocardiques dans des capillaires pulmonaires, attendu que, de telles fibres musculaires n'entrant pas dans la structure du poumon, on ne peut pourtant pas soutenir que ce rasoir, en coupant, a détaché et transporté quelques-unes de ces fibres?

» On ne saurait prétendre davantage que ces cellules en suspension dans les liquides conservateurs ou les réactifs colorants se sont fixées sur ces pièces; d'une part, en effet, en examinant ces liquides, on retrouverait tout au moins un petit nombre de ces corps; d'autre part, dans ces

conditions, on les décèlerait uniquement à la surface et non dans l'épaisseur des parcelles d'organes recueillies sur l'animal, dans des coupes successives; enfin, sur une de ces coupes prises isolément, un fort grossissement ne permettrait pas de reconnaître que ces divers éléments sont au même niveau et nullement superposés, tandis qu'un dépôt superficiel entraînerait forcément cette superposition.

» Si la réalité de ces embolies est indiscutable, il n'est pas aisé de préciser le mécanisme de leur formation et surtout de leur pénétration intravasculaire.

» A la vérité, dans le foie de l'animal tué par la pancréatine, à côté de territoires relativement sains, on aperçoit des foyers constitués par des cellules hépatiques dissociées, isolées, flottant pour ainsi dire librement, faciles, par conséquent, à déplacer puisqu'elles ne sont plus disposées et fixées en travées régulièrement ordonnées; de plus, dans quelques-uns de ces foyers existent des globules rouges sortis des canaux artériels ou veineux. Peut-être s'est-il produit là une de ces hémorragies qu'engendrent assez souvent les toxines ou les diastases. Peut-être cette hémorragie en rompant le capillaire a-t-elle pratiqué, dans la paroi, une brèche capable de laisser ces cellules devenues libres s'introduire dans la circulation; peut-être aussi, résorbés en quelque sorte dans les espaces lymphatiques, ces éléments sont-ils ensuite conduits par la lymphe dans les vaisseaux sanguins. Tout en penchant pour la première de ces hypothèses, nous manquons de données suffisantes pour trancher définitivement la question.

» Un point paraît acquis, c'est que ces transports n'ont dû se faire que dans les derniers moments de la vie. Quand, en effet, on injecte dans une veine des cellules du foie, du rein, etc., on les voit en général disparaître promptement. Maximow, après avoir malaxé un placenta, a réussi à retrouver dans les viscères des débris détachés de ce placenta (1); Klebs (2), Schmorl (3), Lubarsch (4) avaient, du reste, indiqué, dans certains capillaires, la présence d'éléments le plus ordinairement dérivés de la moelle osseuse, sans jamais signaler de fibres musculaires.

» Néanmoins, on conçoit à quel point ces résultats sont suggestifs; en dépit de cette rapide disparition des parcelles de viscères expérimenta-

---

(1) *Parenchymezellen Embolie* (*Fort. d. Med.*, 1893).

(2) *Beiträge Ziegler*; Bd. III, 1888.

(3) *Puerperaleklampsie;* Leipzig, 1893.

(4) *Fort. der Med.*, Bd. XI, 1893.

lement introduites dans le sang, on entrevoit toute une série de déductions relatives à la greffe ou au transport des cellules bactériennes, cancéreuses ou autres. Des perfectionnements de technique ou des recherches plus heureuses permettront sans doute un jour de constater la fixation, suivie d'évolution, de ces éléments anatomiques d'organes; dès lors, les chercheurs pourront, avec plus de facilité comme aussi avec plus de précision, étudier une foule de questions, même en dehors de celles qui touchent aux généralisations néoplasiques. »

CHIRURGIE. — *Sur un cas d'endothéliome des os.* Note de M. **Paul Berger**, présentée par M. Lannelongue.

« Les endothéliomes des os paraissent avoir été d'abord confondus avec les carcinomes primitifs des os dont ils se rapprochent par quelques-uns de leurs caractères histologiques et par leur évolution chimique.

» Ce n'est qu'à partir des travaux d'Hildebrand et de Rudolph Volkmann que l'origine conjonctive de ces tumeurs a été mise hors de doute et qu'elles ont constitué un groupe distinct des autres variétés de sarcomes par leur structure et la nature de leurs éléments.

» Nous ne connaissons que deux observations appartenant à cette sorte de tumeurs qui aient été publiées en France; elles sont dues à MM. Poncet et Dor (de Lyon), et à M. Gross (de Nancy). Le fait dont nous donnons le résumé et dont l'étude anatomique détaillée a été faite par M. le Dr Fernand Bezançon, chef du laboratoire de Chimie à la Faculté de Médecine, précise les notions que nous possédons sur les caractères microscopiques et sur les relations originelles de ces tumeurs et permet d'indiquer quelques-uns des signes chimiques qui pourront servir à en faire reconnaître l'existence.

» Une femme de cinquante-quatre ans, après quelques mois de douleurs vives dans le membre supérieur gauche, présente une fracture spontanée au tiers supérieur de l'humérus; bientôt apparaît en ce point une tumeur pulsatile qui nécessite la désarticulation de l'épaule. A peine la malade est-elle guérie qu'on voit se développer une nouvelle tumeur pulsatile au niveau de la région frontale gauche et qu'une autre tumeur, également pulsatile, se montre à la région trochantérienne gauche qui, même avant l'apparition de la première tumeur, avait été le siège de quelques douleurs.

» Cette tumeur détermine bientôt la production d'une fracture spon-

tanée du fémur. Des hématuries, des hémophysies indiquent la généralisation de la néoplasie et l'invasion de la cachexie terminale.

» *Examen de la tumeur.* — La tumeur a complètement détruit le tiers supérieur de la diaphyse humérale sans envahir la tête humérale, les muscles qui s'y insèrent et l'articulation scapulo-humérale; elle est limitée par une capsule conjonctive du côté des parties molles, mais elle pénètre dans les espaces médullaires de l'os malade. Sa coupe est parfaitement homogène.

» L'examen histologique, pratiqué par M. Bezançon, y démontre les caractères suivants : la tumeur est exclusivement constituée par des alvéoles remplis de cellules; ces alvéoles ne ressemblent que grossièrement aux alvéoles des cancers. Les cloisons qui les séparent sont formées par des capillaires sanguins du plus petit calibre qui délimitent des mailles remplies par les formations cellulaires. Celles-ci reposent directement sur la paroi des capillaires sans interposition de tissu conjonctif; tantôt elles remplissent tout l'alvéole, tantôt elles laissent à son centre un espace clair dépourvu de cellules.

» Les cellules ont de 15 à 20 μ de diamètre, elles sont cylindriques ou polyédriques, parfois renflées à leur extrémité; elles sont constituées par un protoplasma clair ne fixant ni les couleurs acides (éosine), ni les couleurs basiques d'aniline (thionine); elles possèdent un gros noyau vésiculeux, peu riche en chromatine et pourvu d'un gros nucléole. On n'y trouve nulle part de figures de karyokinèse.

» La forme, les caractères physiques et histochimiques de ces cellules les distinguent absolument des cellules épithéliales; leurs rapports avec les capillaires dans les mailles desquelles elles sont logées démontrent qu'elles procèdent de l'endothélium vasculaire ou des cellules endothéliales des gaines péri-vasculaires.

» Cette tumeur est donc un exemple indiscutable d'endothélium des os à forme alvéolaire.

» L'endothélium des os présente une autre forme histologique, plus rare, l'endothélium tubulé dans lequel les formations cellulaires se prolongent sous forme de cordons cellulaires anastomosés autour de capillaires ramifiés qui en constituent en quelque sorte la lumière. Ces tumeurs rentrent dans la catégorie des tumeurs plexiformes.

» Enfin, il est des cas où la formation endothéliale paraît indépendante des vaisseaux sanguins et où elle dérive des cellules des fentes lymphatiques du tissu conjonctif : les observations de Lücke, de Driessen, d'Engelmann et de von Lückowicz en sont des exemples.

» L'endothéliome des os présente quelques caractères cliniques qui, sans être constants, se rencontrent assez fréquemment réunis; notre observation en est un des exemples les plus complets. Ce sont des tumeurs à développement rapide; elles déterminent souvent de bonne heure des frac-

tures spontanées au niveau des points où elles se développent. Elles présentent des pulsations artérielles, une expansion, à l'auscultation du souffle, qui s'observent non seulement dans la tumeur originelle mais dans les tumeurs secondaires : elles constituent donc une variété des anévrismes des os. Enfin, elles sont parfois multiples d'emblée (cas de Rustitzky, de Zahn, de Kahler, de Wieland, de Marckwald) : il semble que dans notre cas la tumeur du fémur, qui s'était annoncée dès le début par des douleurs à la cuisse, et celle du frontal, qui apparut aussitôt après l'opération, doivent être considérées comme contemporaines de la tumeur de l'humérus et non comme des récidives.

» Les endothéliomes des os sont des tumeurs éminemment malignes; l'amputation même éloignée du membre ne mettra pas toujours à l'abri de leur récidive ou de leur généralisation. »

M. G. Vincenti adresse des « Études de Phonographie et de Phonotélégraphie ».

A 3 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section de Chimie présente la liste suivante de candidats pour la place laissée vacante par le décès de M. *Friedel* :

En première ligne . . . . M. Étard.
En deuxième ligne . . . . M. Le Bel.
En troisième ligne, par ordre alphabétique . . . MM. Colson, Hanriot, Jungfleisch, Le Chatelier, Lemoine.

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 5 heures trois quarts.

M. B.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 4 DÉCEMBRE 1899,

PRÉSIDENCE DE M. VAN TIEGHEM.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

OPTIQUE PHYSIQUE. — *Justification du principe de Fermat sur l'économie du temps, dans la transmission du mouvement lumineux à travers un milieu hétérogène, d'ailleurs transparent et isotrope ;* par M. **J. Boussinesq.**

« I. Passons au cas où, dans le plan $x = 0$ de la première couche hétérogène ([1]), le déplacement transversal effectif se trouve incliné, partout où il n'est pas nul, d'un angle constant V sur le plan d'incidence, sa valeur y étant d'ailleurs de la forme $\frac{1}{\sqrt{l_0}}\psi'(t - my, y, z)$, avec ψ' ou, par suite, $\int\psi'\,dt = \psi$, fonction *arbitraire* donnée, rapidement variable, de $t - my$ et, lentement variable, de y, z. L'on aura évidemment, pour toutes les valeurs

---

([1]) Voir le précédent *Compte rendu*, p. 859.

positives de x, φ égal à $\psi \sin V$, dans l'expression $\frac{\varphi'}{\sqrt{l}}$ de ζ, mais égal à $\psi \cos V$, dans l'expression analogue de δ, les valeurs de ψ et de ψ' étant, au point quelconque (x, y, z), et à l'époque t, celles quiexistaient, dans le plan même $x = 0$, au point d'où en émane la trajectoire, normale aux ondes, qui aboutit en (x, y, z), et à l'instant de départ de l'onde qui arrive actuellement en ce point (x, y, z).

Ainsi, les deux composantes notables ou sensibles, ζ, δ, des déplacements seront, en ne mettant en évidence dans ψ [1] que la variable principale,

$$(24)\quad \zeta = \frac{\sin V}{\sqrt{l}}\,\psi'\left(t - my - \int l\,dx\right),\qquad \delta = \frac{\cos V}{\sqrt{l}}\,\psi'\left(t - my - \int l\,dx\right).$$

---

[1] Si l'on voulait faire figurer explicitement, dans les fonctions ψ' et ψ, toutes les variables dont elles dépendent, on pourrait, par exemple, appeler y_0, z_0 les coordonnées y, z des divers points de la première couche hétérogène $x = 0$, et t_0 les instants du passage ou du départ des ondes en ces points. Alors les valeurs initiales de ψ' ou de ψ, c'est-à-dire leurs valeurs dans cette couche, arbitraires et données, s'écriraient

$$\psi'(t_0 - my_0, y_0, z_0),\qquad \psi(t_0 - my_0, y_0, z_0).$$

Or, de chaque point (y_0, z_0) du plan $x = 0$ émane un *rayon* ayant pour équations différentielles $dz = 0$, $dy - \frac{m}{l}dx = 0$, ou pour équations intégrales

$$z = z_0,\qquad y - m\int_0^x \frac{dx}{l} = y_0.$$

De plus, chaque élément, dn, de ce rayon somme de ses projections dx et dy respectivement projetées elles-mêmes sur lui, ou exprimé par $\frac{l}{\sqrt{l^2+m^2}}dx + \frac{m}{\sqrt{l^2+m^2}}dy$, exige, pour être parcouru par les ondes, le temps $\frac{dn}{\omega} = \sqrt{l^2+m^2}\,dn$, c'est-à-dire simplement $l\,dx + m\,dy$; de sorte que la durée de parcours du rayon, jusqu'au point (x, y, z), est $m(y - y_0) + \int_0^x l\,dx$.

Ainsi, d'après les lois concrètes établies ci-dessus, les valeurs de ψ' et de ψ, en (x, y, z) et à l'époque t, sont les valeurs connues qu'avaient prises ψ' et ψ au point du plan $x = 0$ ayant les coordonnées $y_0 = y - m\int_0^x \frac{dx}{l}$, $z_0 = z$, et à l'époque $t_0 = t - m(y - y_0) - \int_0^x l\,dx$, qui donne

$$t_0 - my_0 = t - my - \int_0^x l\,dx.$$

» II. Quant à leur petite composante longitudinale, formée par la superposition de celle, (17), qui correspond aux mouvements effectués dans des plans normaux au plan d'incidence, et des deux, (12) et (23), qui correspondent aux mouvements effectués parallèlement au plan d'incidence, elle se composera de deux parties distinctes, dues, l'une,

$$(25) \qquad \varepsilon = \frac{m(l^2 - m^2)}{(l^2 + m^2)^2} \frac{\partial \frac{1}{\sqrt{l}}}{\partial x} \psi\left(t - my - \int l\,dx\right) \cos V,$$

à l'hétérogénéité du milieu, c'est-à-dire à la lente variation, avec x, du paramètre $l = \sqrt{\frac{1}{\omega^2} - m^2}$ ou de la vitesse ω de propagation; l'autre,

$$(26) \qquad \varepsilon_1 = \frac{1}{R}\left(\frac{\partial \psi}{\partial z} \sin V + \frac{\partial \psi}{\partial s} \cos V\right),$$

à la lente variation du déplacement transversal effectif $\sqrt{\zeta^2 + \delta^2}$ sur une même onde et à un même moment.

» Dans l'expression (26) de celle-ci, la quantité entre parenthèses est la somme des petites dérivées partielles de la fonction ψ suivant les deux sens respectifs de ∂z et de ∂s, multipliées par les cosinus directeurs $\sin V$, $\cos V$, relatifs à ces deux éléments rectilignes, d'un petit arc dS tiré, aussi dans la surface d'onde et à partir de (x, y, z), suivant la direction (positive) des déplacements sensibles totaux $\sqrt{\zeta^2 + \delta^2}$. La somme dont il s'agit représente par conséquent la dérivée de la fonction ψ suivant la propre direction du mouvement transversal; et l'on a

$$(27) \qquad \varepsilon_1 = \frac{1}{R} \frac{\partial \psi}{\partial S},$$

formule comprenant comme cas particuliers les deux précédentes (17), (23). C'est donc une loi générale, que le petit déplacement longitudinal ε_1

Les fonctions ψ' et ψ recevront donc les expressions, explicites en t, x, y et z,

$$\psi'\left(t - my - \int_0^x l\,dx,\ y - m\int_0^x \frac{dx}{l},\ z\right)$$

et

$$\psi\left(t - my - \int_0^x l\,dx,\ y - m\int_0^x \frac{dx}{l},\ z\right),$$

la première étant la dérivée de la seconde par rapport à la variable $t - my - \int_0^x l\,dx$.

ne dépend à très peu près, dans un milieu isotrope, que du mode de variation, suivant leur propre sens, des déplacements transversaux effectifs.

» III. Mais laissons de côté les déplacements longitudinaux qui, étant du premier ordre de petitesse comme $\frac{\partial(l,\psi)}{\partial(x,y,z)}$, ne donnent lieu qu'à des vitesses vibratoires du même ordre et à des demi-forces vives d'ordre supérieur, c'est-à-dire négligeables dans notre théorie approchée. Ne nous occupons que du déplacement transversal, seul sensible, résultant des deux composantes ζ, δ, et qui, incliné partout, d'après (24), de l'angle V sur le plan d'incidence, a pour valeur $\frac{\psi'}{\sqrt{l}}$. La vitesse vibratoire est évidemment sa dérivée par rapport au temps, $\frac{\psi''}{\sqrt{l}}$; et elle a pour carré $\frac{\psi''^2}{l}$.

» Cela posé, considérant dans notre milieu transparent un rayon lumineux limité par des trajectoires orthogonales à toutes les surfaces d'onde, et d'une très petite section normale variable σ, évaluons la demi-force vive que charrie, le long de ce rayon, une onde quelconque, à laquelle nous attribuerons partout une épaisseur infiniment petite, $\omega\, d\tau$, telle, que cette onde emploie un petit temps constant donné, $d\tau$, à passer par un quelconque de ses points.

» Le rayon sera, par exemple, compris, d'une part, entre deux plans parallèles au plan d'incidence et distants de ∂z, d'autre part, entre deux petites surfaces cylindriques, de hauteur ∂z, normales au même plan et inclinées sur les xz de l'angle variable i d'incidence. Ces surfaces cylindriques coupant ainsi, toutes les deux sous le même angle i, chaque plan normal aux x, leur intervalle, ∂y, mesuré dans le sens parallèle aux y, sera constant; et leur espacement perpendiculaire ∂s, largeur variable du rayon, égalera, par suite, $\partial y \cos i$ ou $\frac{l\,\partial y}{\sqrt{l^2+m^2}}$. La section σ, c'est-à-dire $\partial s\, \partial z$, du rayon, vaudra donc $\frac{l\,\partial y\,\partial z}{\sqrt{l^2+m^2}}$. Par suite, l'élément d'onde, d'épaisseur $\omega d\tau$, à considérer dans ce rayon, aura le volume $\frac{l\omega\,\partial y\,\partial z\,d\tau}{\sqrt{l^2+m^2}}$ ou $\frac{l\,\partial y\,\partial z\,d\tau}{l^2+m^2}$.

» Dans l'évaluation de sa masse, regardons, à la manière de Fresnel, l'éther du corps comme plus dense que l'éther libre, ou assimilons à une surcharge inerte d'éther la matière pondérable, en tant qu'elle participe (faiblement) au mouvement vibratoire. Autrement dit, prenons comme densité du milieu vibrant le quotient, $\frac{\mu}{\omega^2}$ ou $\mu(l^2+m^2)$, du coefficient

d'élasticité μ de l'éther libre par le carré de la vitesse ω de propagation. La masse vibrante à considérer, produit de cette densité par le volume ci-dessus, sera donc simplement $l\mu\,\partial y\,\partial z\,d\tau$, ou proportionnelle à l; et, le carré de sa vitesse étant $\frac{\psi''^2}{l}$, elle aura pour demi-force vive le produit

$$\frac{1}{2}\mu\psi''^2\,\partial y\,\partial z\,d\tau. \tag{28}$$

Or celui-ci est, *le long du rayon quelconque* suivi, fonction uniquement de la variable principale τ : il reste donc constant durant toute la propagation de l'onde considérée, que définit une valeur particulière de τ.

» Ainsi, la proportionnalité inverse, à $\sqrt{l}$, du déplacement vibratoire qu'apporte chaque onde aux divers points d'un même rayon quelconque, signifie simplement que *la demi-force vive possédée par tout élément d'une onde, au départ de celle-ci dans le milieu, se transmet intégralement avec l'onde même, le long du rayon mené à partir de cet élément et normal aux positions successives de l'onde.*

» Cette loi, établie pour le cas de vibrations sensiblement rectilignes polarisées, s'étend d'elle-même au pinceau résultant de la superposition de deux autres de même direction, polarisées respectivement dans deux azimuts rectangulaires, comme il arrive quand il s'agit de lumière naturelle. Et alors les deux pinceaux continuent à cheminer ensemble ou à n'en faire qu'un, nos formules ne faisant nullement, dans un milieu isotrope, dépendre la direction des ondes de celle du mouvement vibratoire dans leur plan, ni, par suite, le sens des rayons, de leur mode de polarisation.

» IV. Maintenant que nous savons comment progresse, dans un milieu transparent à couches isotropes planes et parallèles, le mouvement excité par un pinceau de lumière parallèle qui y pénètre, il nous est facile d'obtenir les lois élémentaires de la transmission d'un pareil pinceau dans un milieu à couches courbes et non parallèles. Jusqu'à des distances de quelques longueurs d'onde tout autour d'un point assigné quelconque (x, y, z), la vitesse de propagation ω y sera, très sensiblement, la même que si les surfaces $\omega = \text{const.}$ s'y trouvaient être des plans parallèles au plan tangent, en (x, y, z), de la véritable surface équiréfringente qui y passe, et que l'on eût, en (x, y, z), les valeurs tant de ω que des dérivées partielles premières $\frac{\partial\omega}{\partial(x, y, z)}$ données pour ce point. Donc la propagation du mouvement vibratoire s'y fera aussi de même, à très peu près, y compris notamment les changements de direction du pinceau lumineux dus à l'existence de ces dérivées de ω.

» Il est vrai que le pinceau, en arrivant sur la première des couches planes et parallèles ainsi considérées et substituées fictivement aux couches courbes $\omega = \text{const.}$, ne viendra pas d'une région homogène, comme nous l'avions admis, pour fixer les idées, dans notre analyse. Mais, cette analyse même montrant que le pinceau conserve, après avoir traversé des couches hétérogènes, sa nature de pinceau parallèle, ou, en d'autres termes, que les ondes y prennent seulement des courbures insensibles et que le mouvement transversal, s'il était polarisé au départ, reste polarisé, les ébranlements se produiront très sensiblement, à l'entrée des couches planes et parallèles dont il s'agit, comme nous l'avons supposé dans nos calculs.

» V. L'axe du pinceau, dévié dans le plan d'incidence quand les surfaces équiréfringentes sont planes et parallèles, le sera donc encore, presque entièrement, dans ce plan. Autrement dit, le plan osculateur du rayon lumineux coïncidera avec le plan d'incidence, ou plan que déterminent le rayon, à son arrivée sur une surface équiréfringente $\omega = \text{const.}$, et la normale à cette surface. Ainsi, *le plan osculateur du rayon lumineux sera partout normal à la surface* $\omega = \text{const.}$ *traversée.*

» De plus, le changement de direction du rayon sur un petit trajet dn étant, à très peu près, le même que dans le milieu à plans parallèles équiréfringents, l'angle de contingence correspondant du rayon, que j'appellerai Δ (en le comptant positivement quand le rayon s'écartera de la normale aux surfaces équiréfringentes traversées), pourra s'évaluer par la formule qui le donnerait dans l'hypothèse de tels plans parallèles. Or cette formule est $m = \text{const.}$, ou $\frac{\sin \iota}{\omega} = \text{const.}$, ι désignant les angles faits avec la normale, en (x, y, z), à la surface $\omega = \text{const.}$ qui y passe, par divers éléments successifs du rayon, et, ω, les vitesses respectives de propagation de la lumière sur ces éléments. Prenons donc, pour l'un d'eux, celui qui perce, en (x, y, z), la surface donnée $\omega = \text{const.}$, et soit i l'angle correspondant d'incidence, ou angle de l'élément (prolongé) avec la normale à cette surface, sur laquelle ω désignera la vitesse de propagation. Un second élément sera pris à la distance dn après le premier, là où ω est devenu $\omega + d\omega$ et où le rayon, ayant tourné de Δ, fait l'angle $i + \Delta$ avec la même normale. La relation $m = \text{const.}$ donnera ainsi, sauf erreurs négligeables de l'ordre de dn^2 ou de $d\omega^2$,

$$(29) \qquad \frac{\sin i}{\omega} = \frac{\sin(i+\Delta)}{\omega + d\omega} = \frac{\sin i + (\cos i)\Delta}{\omega + d\omega} = \frac{(\cos i)\Delta}{d\omega},$$

c'est-à-dire

$$\Delta = \frac{d\omega}{\omega} \operatorname{tang} i, \qquad (30)$$

formule différentielle fondamentale, bien connue, des réfractions atmosphériques.

» VI. Les déviations élémentaires des rayons lumineux se calculeront donc par la loi de Descartes ou des sinus, exactement comme si les surfaces équiréfringentes étaient des surfaces de séparation de couches homogènes ou produisaient des réfractions proprement dites. Or Fermat a obtenu, comme on sait, les vraies lois de la réfraction, en admettant comme point de départ, et en exprimant analytiquement, que la lumière obéit, dans sa propagation, au principe de l'économie du temps, c'est-à-dire que tout rayon suit, entre deux quelconques de ses points, le trajet y assurant au mouvement lumineux la transmission la plus rapide, eu égard aux vitesses ω qu'impose la nature des milieux traversés.

» Par conséquent, cette belle loi de minimum ou d'épargne, révélée à Fermat par une inspiration de génie, se trouve ici justifiée, du moins pour le cas d'isotropie, en ce qui concerne le trajet des rayons lumineux à travers un milieu de réfringence graduellement variable. Tant dans ce phénomène que lorsqu'il y a rupture brusque des rayons à la surface séparative de deux milieux, la presque totalité du mouvement est propagée suivant les voies qui assurent au trajet la plus grande économie possible de temps.

» Il doit y avoir une raison générale, sans doute à la fois métaphysique et mathématique (suivant le point de vue d'où on l'envisage), mais qui nous échappe encore, pour que les transmissions qui se font par ces voies soient les seules, ou soient seules efficaces. Serait-ce, en quelque manière, parce que, de tous les mouvements partis en même temps, ceux qui arrivent les premiers quelque part résulteraient d'impulsions incomparablement plus nombreuses, et à résultante incomparablement plus intense, que ceux qui, isolés, arrivent ultérieurement, à raison de ce fait capital, signalé par Képler, que les fonctions pourvues d'un minimum ou d'un maximum restent bien plus longtemps dans son voisinage que dans celui de toute autre de leurs valeurs? Des considérations d'une telle nature expliqueraient-elles synthétiquement la transmission quasi intégrale, suivant la normale, de la force vive d'un élément d'onde, circonstance principale de la propagation dans les milieux isotropes? »

PHYSIQUE. — *Recherches sur les phénomènes de phosphorescence produits par le rayonnement du radium*; par M. **Henri Becquerel**.

« On sait qu'après avoir découvert et préparé des substances radioactives dont le rayonnement est considérablement plus intense que celui de l'uranium, M. et Mme Curie ont reconnu les premiers que ce rayonnement excitait la fluorescence du platinocyanure de baryum. M. et Mme Curie ayant eu l'obligeance de mettre à ma disposition quelques milligrammes de chlorure de baryum radifère extrêmement actif, j'ai pu étudier l'action du rayonnement de cette matière sur diverses substances phosphorescentes.

» Ces substances ont été celles qui ont servi autrefois aux travaux de mon père, et plus tard aux miens. Je citerai notamment diverses préparations de sulfures de calcium et de strontium, très lumineuses sous l'action de la lumière, des minéraux, tels qu'un rubis, un diamant, une variété de spath calcaire manganésifère, divers échantillons de fluorine, et de la blende hexagonale très phosphorescente préparée par M. H. Sainte-Claire Deville. Ces substances étaient pour la plupart réduites en poudre et collées sur des feuilles très minces de mica.

» Lorsqu'on se place dans l'obscurité, et qu'on approche ces substances à quelques millimètres de distance du corps radiant, en évitant l'interposition de toute autre matière que l'air, on reconnaît que la plupart deviennent lumineuses. Celles dont le spectre d'excitation (¹) est formé de rayons lumineux, telles que le rubis et le spath calcaire précités, ne deviennent pas phosphorescentes. Au contraire, celles des substances qui s'illuminent dans les rayons ultra-violets, ou sous l'influence des rayons de Röntgen, deviennent généralement lumineuses sous l'influence du rayonnement du radium.

» On observe cependant des différences profondes dans les effets de ces deux rayonnements. Ainsi l'échantillon de diamant qui a servi dans ces expériences et qui est vivement lumineux sous l'action du radium, ne devient pas lumineux avec le rayonnement du tube focus que j'ai employé, en l'entourant d'un papier noir. Le sulfate double d'uranium et de potassium est plus lumineux que la blende hexagonale, sous l'influence des

(¹) *Voir* en particulier *Comptes rendus*, t. LXIX, p. 994; 1869.

rayons X; il l'est moins avec le radium; le sulfure de strontium lumineux vert est vivement excité par les deux rayonnements; le sulfure de calcium lumineux bleu, au bismuth, est à peine excité par les rayons X, alors qu'il devient lumineux lorsqu'on l'approche du sel radifère. Je me borne à ces exemples que l'on pourrait multiplier.

» Afin d'avoir des données plus précises sur les intensités relatives des effets lumineux ainsi observés, j'ai établi la disposition photométrique suivante : le chlorure de baryum radifère est placé sur un support mobile, muni d'une vis micrométrique qui lui permet de s'abaisser ou de s'élever de hauteurs connues; au-dessus est disposée, sur un support fixe, la substance phosphorescente, collée sur une lame de mica ou de verre, la face tournée du côté de la matière active. A côté de la substance phosphorescente étudiée, on projette par réflexion, sur une bande de papier blanc, l'image d'une source lumineuse d'intensité constante, obtenue au travers d'une lentille munie d'un diaphragme variable, à œil de chat; en faisant varier la surface de l'ouverture on fait varier l'intensité de l'image proportionnellement à cette surface, et l'on mesure cette intensité après l'avoir rendue autant que possible égale à celle de la substance phosphorescente. La source lumineuse était un petit rectangle de verre dépoli, éclairé soit par une lampe carcel, soit par un bec Auer. Des verres colorés permettaient de donner à l'image une teinte voisine de celle des lueurs phosphorescentes.

» En plaçant diverses substances à 6mm environ au-dessus de la matière active, on a eu pour les intensités relatives les nombres suivants :

		Affaiblissement au travers du papier noir.
Blende hexagonale	13,36	0,04
Platinocyanure de baryum	1,99	0,05
Diamant	1,14	0,01
Sulfate double d'uranium et de potassium	1,00	0,31
Fluorure de calcium (chlorophane verte)	0,30	0,02

» Ces nombres ne sont pas des valeurs caractérisant d'une manière absolue les substances dénommées; ils sont relatifs aux écrans phosphorescents tels qu'ils ont été préparés; l'intensité varie avec la densité de la couche pulvérulente.

» On a fait ensuite mouvoir la vis micrométrique du support de manière à éloigner la matière active à diverses distances de la substance phosphorescente. Afin d'éliminer la lumière émise par la matière active elle-même, la substance phosphorescente étudiée reposait sur une feuille mince d'alu-

minium battu, repliée en double sur elle-même. Dans ces conditions on a obtenu, pour l'effet produit par les radiations qui traversent la double feuille d'aluminium, les intensités suivantes :

Distances. d.	d^{-2}.	Platinocyanure de baryum. i.	Diamant. i.	Sulfate double d'uranium et de potassium. d.	i.	d^{-2}.
mm 6,3	1	1	1	5,6	1	1
8,5	0,549	0,480	0,543	7,8	0,556	0,515
11,5	0,299	0,262	0,262	10,8	0,267	0,268
13,5	0,217	0,167	0,167	12,8	0,175	0,191

» On voit par ces nombres que l'intensité varie un peu plus vite que la raison inverse du carré de la distance à la matière active, ce qui indique une absorption par l'air. Cette absorption est différente pour le rayonnement particulier qui excite chaque substance.

» Le support fixe était disposé de façon qu'on pût interposer entre la source radiante et les corps phosphorescents des écrans de diverse nature. On constate alors que les mêmes écrans affaiblissent très inégalement la phosphorescence des diverses substances.

» La dernière colonne du premier Tableau ci-dessus indique l'affaiblissement de phosphorescence des diverses substances lorsque les rayons qui les excitent ont traversé une feuille de papier noir. Parmi les séries de mesures obtenues, je citerai la suivante, pour laquelle les substances phosphorescentes étaient à 6^{mm} environ au-dessus de la matière active, et reposaient soit sur une feuille double d'aluminium battu, soit sur une feuille de papier noir.

Écrans		Au travers de l'aluminium.			Sulfate double d'uranium et de potassium au travers	
Nature.	Épaisseur.	Blende hexagonale.	Diamant.	Platinocyanure de baryum.	de l'aluminium.	du papier noir.
Aluminium battu.	Feuille double.	0,914	0,966	0,853	0,996	0,999
Mica...........	mm 0,025	0,0756	0,0289	0,0784	0,417	0,772
Papier noir......	0,068	0,0384	0,0108	0,0713	0,387	0,890
Aluminium......	0,098	0,0275	0,0055	0,0561	»	0,637
Verre...........	0,140	0,0263	0,0046	0,0445	0,241	0,613
Ébonite.........	0,738	»	0,0009	0,0137	0,111	0,316
Cuivre.........	0,090	0,0148	0,0000	0,0137	0,117	0,325

» Ce Tableau, ainsi que d'autres analogues que j'ai pu dresser, montre

une absorption relative inégale, par un même écran, du rayonnement qui excite la phosphorescence des diverses substances. On peut interpréter ce résultat en admettant que chaque substance est excitée par un rayonnement particulier, comme cela se produit avec les rayons lumineux, et l'on en conclut que le rayonnement de la source radiante se compose de rayonnements de diverses natures, caractérisés par leur absorption et analogues aux radiations de diverses longueurs d'onde d'un faisceau de lumière blanche.

» Parmi les effets de phosphorescence observés, un des plus curieux est la persistance considérable de la phosphorescence excitée par le radium dans certains minéraux, et en particulier dans la fluorine. La phosphorescence de la fluorine reste observable pendant plus de vingt-quatre heures après que l'influence du radium a cessé.

» Les divers échantillons de fluorine que j'ai réunis autrefois pour mes recherches sont des corps qui, exposés à la lumière du jour ou au soleil, puis examinés dans une chambre noire, sont faiblement phosphorescents. Si on les expose à la lumière de l'arc électrique, ils deviennent beaucoup plus lumineux, et conservent une phosphorescence appréciable pendant des heures entières. Le même effet est encore produit lorsqu'on fait éclater très près de la fluorine la décharge d'une bouteille de Leyde. Il est très remarquable que le rayonnement du radium produise un effet presque aussi intense.

» On doit rapprocher ce phénomène de celui qui a été observé par M. Crookes, puis par mon père ([1]), sous l'influence des rayons cathodiques, dans un tube à gaz raréfié; la persistance de matières qui s'éteignent assez lentement dans le phosphoroscope est considérablement augmentée; la phosphorescence des substances qui s'éteignent très vite, comme les sels d'urane ou les platinocyanures, ne présente pas de persistance observable autrement qu'au phosphoroscope. Dans les expériences précitées, mon père avait reconnu que le spath-fluor blanc se colore rapidement en violet sous l'influence des rayons cathodiques; le même effet avait été observé en 1832 par M. Perseal ([2]), sous l'influence de l'étincelle électrique. Le rayonnement du radium ne m'a encore rien montré de semblable au travers de la feuille de mica qui supportait les fragments de

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CI, p. 205; 1895.

([2]) *Ann. de Chim. et de Phys.*, t. XLIX, p. 337 et 346; 1832.

fluorine influencés. Ces faits doivent cependant être de la même nature que la coloration violette du verre sous l'influence du radium, signalée récemment par M. et Mme Curie.

» L'influence des radiations du radium sur la phosphorescence par la chaleur a donné lieu à un résultat intéressant. On sait que la fluorine naturelle est phosphorescente par la chaleur. Si on l'échauffe, elle rend sous forme lumineuse l'énergie qu'elle a emmagasinée depuis l'époque de sa formation, et qu'elle aurait conservée indéfiniment si elle n'avait pas été échauffée. Cette élévation de température la rend impropre à devenir de nouveau lumineuse par une calcination ultérieure. Un grand nombre de minéraux et toutes les substances phosphorescentes présentent cette propriété.

» Dessaignes, en 1809, avait observé qu'en faisant éclater une étincelle très près des corps calcinés et rendus inactifs on leur rendait la faculté d'être de nouveau phosphorescents par la chaleur, soit immédiatement, soit à une époque ultérieure quelconque. L'action prolongée des rayons violets et ultra-violets produit le même effet (¹). J'ai eu occasion de montrer (²) que, dans la phosphorescence par la chaleur, la lumière émise est identique, comme composition, à celle que l'on observe avec le phosphoroscope sous l'influence de la lumière. Pour la fluorine, en particulier, le spectre de la lueur émise se compose des mêmes raies et bandes, qui apparaissent et persistent dans un ordre révélant la plus ou moins grande rapidité d'extinction, ou la plus ou moins grande capacité lumineuse de substances diverses existant dans le minéral.

» Avec la fluorine verte, qui a servi aux expériences décrites plus haut, lorsque l'étincelle rend au cristal inactif une énergie nouvelle, l'émission lumineuse est la même qu'au phosphoroscope. On remarque toutefois la prédominance d'une lueur continue, verte et bleue, avec deux maxima $\lambda(530\text{-}510)$ et $\lambda(488\text{-}480)$. On reconnaît au phosphoroscope que cette lueur a une durée de persistance plus grande que celle des autres bandes, mais qu'elle est plus lente à atteindre son intensité maximum.

» On a soumis à l'influence du radium, en les plaçant sur une lame mince de mica, à quelques millimètres au-dessus de la matière active, des fragments de fluorine préalablement calcinés et rendus inactifs. Ces fragments

---

(¹) Ed. Becquerel, *La Lumière*, t. I, p. 51.
(²) *Comptes rendus*, t. CXII, p. 557; 1891.

qui deviennent instantanément lumineux redeviennent rapidement capables de rendre, quand on les échauffe, une lumière identique à celle qui est provoquée par l'étincelle électrique avec prédominance de l'éclat de la bande 531-478 signalée ci-dessus.

» Déjà, en 1897, M. Borgman ([1]) avait pu manifester avec les rayons de l'uranium un effet de thermo-luminescence sur des mélanges de sulfate de potasse et de sulfate de manganèse.

» Je terminerai ce résumé en signalant l'indépendance entre les effets de phosphorescence et le phénomène découvert le mois dernier par M. et Mme Curie, le pouvoir temporaire de rendre l'air conducteur, communiqué aux corps soumis à l'influence du radium.

» J'ai pu vérifier qu'un grand nombre de corps subissent cette influence et déchargent à distance les corps électrisés; ces corps influencés placés sur une plaque photographique, soit directement s'ils ne sont pas phosphorescents, soit sur du papier noir, n'ont produit aucune action. L'effet paraît donc être différent de celui que j'avais signalé il y a quelques mois ([2]). Ces substances, lorsqu'on les échauffe, perdent leur activité.

» Le sulfate double d'uranium et de potassium n'a pas paru subir cette influence. Après une exposition de plusieurs jours à l'action du radium, il n'a pas manifesté de variation appréciable, soit dans son pouvoir de rendre l'air conducteur, soit dans son action sur une plaque photographique.

» La fluorine, soumise à l'action du radium, s'est comportée comme très active pour rendre l'air conducteur; on peut faire disparaître cette propriété par un lavage à l'eau, sans modifier sensiblement la phosphorescence persistante acquise par le cristal sous l'influence du radium.

» Les faits qui viennent d'être exposés apportent de nouvelles preuves à la réalité d'une émission continue d'énergie par les corps radio-actifs; ils mettent, de plus, en évidence l'existence, dans cette émission, de radiations particulières caractérisées par leur absorption élective, et présentant entre elles des différences du même ordre que les radiations lumineuses de diverses longueurs d'onde et les rayons X secondaires de M. Sagnac. »

([1]) *Journal de Physique*, 3e série, t. VII, p. 671.

([2]) *Comptes rendus*, t. CXXVIII, p. 771; mars 1899.

THERMOCHIMIE. — *Sur les radicaux métalliques composés : dérivés du mercure;* par M. **Berthelot.**

« J'ai mesuré la chaleur de formation de trois radicaux dérivés du mercure : le mercure diméthyle, le mercure diéthyle, le mercure diphényle.

» Ces produits ont été fournis par Kahlbaum; le mercure diméthyle, liquide, et le mercure diphényle, cristallisé, étaient purs d'après leur analyse. L'échantillon de mercure diéthyle liquide, au contraire, renfermait seulement C = 16,8 au lieu de 18,6; il contenait un excès de mercure et un composé iodé. Redistillé à point fixe (161°), il a laissé séparer une goutte de mercure liquide. Le composé distillé offrait cette fois une composition exacte.

	Trouvé.	Calculé.
C..................	18,65	18,61
H..................	3,93	3,88

» La combustion dans la bombe s'opère bien avec les radicaux éthylique et phénylique. Le radical méthylique, trop pauvre en carbone, a exigé l'intervention d'une petite dose de camphre. Il se forme dans ces combustions, comme il arrive en général, quelques centigrammes d'acide azotique, qui se trouve changé en un azotate mercureux; on a tenu compte dans le calcul de cette correction, faible d'ailleurs. Après chaque combustion, il est nécessaire de débarrasser par l'acide azotique les pièces intérieures de platine de la bombe du mercure qui s'y trouve condensé.

» Voici les résultats de ces combustions :

» Mercure diméthyle, $(CH^3)^2Hg$ liquide = 230.

» *Chaleur de combustion* pour 1^{gr} : 1867,6 et 1876,6. Moyenne 1872^{cal},1.

» pour 1 mol. : 430^{cal},8 à v. c.; 431,8 à p. c.

» *Formation par les éléments,* $2C + 3H^2 + Hg$: -36^{cal},2.

» Mercure diéthyle, $(C^2H^5)^2Hg$ liquide = 258.

» *Chaleur de combustion* pour 1^{gr} : 2850,6 et 2836,0. Moyenne 2843^{cal},3.

» pour 1 mol. : 733^{cal},6 à v. c.; 735,0 à p. c.

» *Formation par les éléments,* $4C + 5H^2 + Hg$: -12^{cal},8.

» Mercure diphényle, $(C^6H^5)^2Hg$ cristallisé = 364.

» *Chaleur de combustion* pour 1^{gr} : 4423,4 et 4411,7. Moyenne 4417^{cal},5.

» pour 1 mol. : 1563^{cal},8 à v. c.; 1565,3 à p. c.

» *Formation par les éléments,* $2C^6 + 5H^2 + Hg$: -88^{cal},5.

» Toutes ces chaleurs de formation sont négatives, c'est-à-dire que les radicaux mercuriels composés renferment un excès d'énergie, de même

que les radicaux acétylométalliques; excès susceptible d'expliquer leur rôle de radicaux et leur aptitude à se combiner à la façon des corps simples. J'ai montré ailleurs comment ce caractère rendait compte de l'aptitude singulière de l'acétylène à se transformer et à entrer en combinaison, et ces considérations sont également applicables aux radicaux mercuriels.

» Si nous nous bornons d'abord à comparer la chaleur de formation des radicaux entre eux, nous obtenons des différences de l'ordre de grandeur de celle qui existe entre les dérivés de même fonction, appartenant aux séries méthylique, éthylique, phénylique. Soit d'abord la différence entre le mercure diéthyle et le mercure diméthyle $(36,8 - 12,8) = 24,0$ ou $12,0 \times 2$ pour une double différence homologue $2CH^2$, valeur un peu plus forte que la moyenne générale 5,8. Un excès analogue peut être observé dans un certain nombre de circonstances, particulièrement lorsque l'on compare les premiers termes des séries, rapportés au même état physique :

Entre les acides malonique et oxalique cristallisés, on a..	+16,1
Entre la toluidine (ortho) et l'aniline liquides...........	+17,1
Entre l'éthylamine et la méthylamine gazeuse...........	+10,1

D'autre part, entre les radicaux mercuriels, phénylique et méthylique, l'écart, soit $26,5 + \frac{F}{2}$ pour $CH^3 - C^6H^5$ (1), en les rapportant au même état physique, est à peu près le même que pour les autres fonctions, car on a

	Cal
Carbures : $CH^4 - C^6H^6$ état gazeux..................	+30,2
Alcool-phénol $CH^4O - C^6H^6O$ état liquide...........	+29,1
Alcools $C^2H^6O - C^7H^8O$ alcool benzylique liquide....	+31,7
Acides $C^2H^4O^2 - C^7H^6O^2$ état solide................	+25,5

Les relations entre les radicaux mercuriels composés sont donc du même ordre de grandeur qu'entre les autres composés appartenant à d'autres fonctions.

Les rapprochements suivants sont plus intéressants.

» Voici quelques chiffres, destinés à comparer les combinaisons de l'hydrogène et celle du mercure avec les radicaux hydrocarbonés, et qui

(1) F représentant la chaleur de fusion du mercure diphényle.

montrent toute l'étendue de la différence entre les dérivés de ces deux éléments :

Diméthyle gaz.	$(CH^3)^2 + H^2 = 2CH^4$ gaz, dégage	$+18,5$
	$(CH^3)^2 + Hg = (CH^3)^2Hg$ liquide, absorbe	$-59,5$
Diphényle cristallisé.	$(C^6H^5)^2 + H^2 = 2C^6H^6$ cristallisée, dégage	$+29,9$
	$(C^6H^5)^2 + Hg = (C^6H^5)^2Hg$ crist., absorbe	-55
Diéthyle gaz.	$(C^2H^5)^2 + H^2 = 2C^2H^6$ gaz	$+12$ env.
	$(C^2H^5)^2 + Hg = (C^2H^5)^2Hg$ liquide, absorbe	-48 env.

» Des observations semblables peuvent être faites, en comparant les combinaisons du mercure avec les radicaux hydrocarbonés mercuriels. D'une part, en effet, ces derniers, comme on vient de le voir, sont tous endothermiques, tandis que

$Hg + O$ dégage	$+21,5$
$Hg + Cl^2$ dégage	$+53,3$
$Hg + I^2$	$+25,2$; etc.

On voit par là pourquoi la réunion des carbures au métal exige le concours de réactions indirectes, c'est-à-dire de doubles décompositions, fournissant l'énergie complémentaire nécessaire pour rendre la combinaison possible. »

THERMOCHIMIE. — *L'acide lactique;* par MM. **Berthelot** et **Delépine**.

« L'acide lactique est l'un des corps les plus importants en Chimie organique et physiologique. Cet acide et ses dérivés azotés et autres jouent un rôle essentiel dans les études relatives à la chaleur animale. Cependant ses chaleurs de formation et de combustion sont imparfaitement connues, n'ayant été déterminées que par un calcul indirect, et par une relation numérique approximative, déduite des données obtenues, non sur l'acide ou sur ses sels, mais sur son éther. C'est ce qui nous a décidés à en reprendre l'étude thermochimique. Nous l'avons fait par trois voies différentes, au moyen du lactate d'argent, au moyen du lactate de zinc et au moyen du lactide, anhydride fort important, car il constitue avec le glycolide les prototypes des anhydrides d'acides alcools.

» Les lactates de zinc et d'argent sont particulièrement indiqués pour ce genre d'étude : d'une part, à cause de la facilité avec laquelle on les

obtient anhydres et, d'autre part, parce que leur combustion laisse pour l'un un métal pur, l'argent, pour l'autre un oxyde bien défini; ce qui n'arriverait ni pour les sels des métaux formant plusieurs oxydes, ni pour les métaux dont les oxydes demeurent, après combustion, sous forme de carbonates basiques, ou hygrométriques.

I. — Lactate d'argent.

» Ce sel a été préparé avec l'acide lactique et l'oxyde d'argent. Il est nécessaire de dire d'abord comment l'acide a été purifié.

» L'acide lactique blanc, que le commerce fournit aujourd'hui, contient une certaine dose d'anhydride ou plutôt d'acide dilactique; c'est ce que nous avons constaté sur notre échantillon (Kahlbaum). Une quantité de ce corps étant pesée exactement et dissoute dans 50 fois son poids d'eau froide, à 15°,7, a dégagé, pour une molécule

$$C^3H^6O^3 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad +1^{cal},12.$$

Valeur probablement un peu forte, l'acide renfermant environ un sixième d'anhydride, d'après les résultats qui suivent.

» En effet, la liqueur, traitée par une proportion équivalente de potasse, a dégagé immédiatement

$$+11^{cal},06;$$

mais le dégagement de chaleur se prolonge ensuite d'une façon lente et indéfinie. Au bout de cinq minutes, il s'élevait à

$$+11,96.$$

» Pour atteindre le terme de la transformation, il faut faire bouillir pendant une demi-heure la dissolution aqueuse d'acide lactique, ou bien l'abandonner à elle-même pendant un temps considérable. On obtient ainsi la valeur normale +13,5, déjà constatée par l'un de nous.

» L'emploi d'un excès considérable de potasse accélère cette transformation.

» Nous avons observé sur l'acide glycérique, $C^3H^6O^4$, autre acide monobasique à fonction alcoolique, des phénomènes analogues.

» L'acide déshydraté par simple évaporation a fourni immédiatement, avec un seul équivalent de soude, NaOH étendue, une chaleur de neutralisation apparente égale à

$$+11,3,$$

laquelle s'est élevée au bout de quelques minutes à

$$+13,1,$$

et par l'addition d'un deuxième équivalent, NaOH étendue, à

$$+13,4.$$

» On sait qu'en général les acides alcools ont beaucoup de tendance à former des anhydrides spéciaux, désignés sous le nom de *lactones*, et cette circonstance a dû amener plus d'une erreur dans leur étude chimique et thermique. Dans le cas de l'acide lactique, une déshydratation partielle se produit très aisément, comme l'ont constaté M. Wislicenus (*Annalen der Liebig*, t. 164, p. 181) et M. J.-A. Muller (*Bulletin de la Société chimique de Paris*, 3e série, t. XV, p. 1206; 1896).

» Cette circonstance se traduit dans la formation des sels. En effet, si l'on opère la neutralisation de l'acide lactique immédiatement après l'avoir dissous, ces sels sont parfois mélangés avec des produits moins riches en métal, probablement des dilactates, ainsi que nous l'avons reconnu notamment sur le sel d'argent.

» Pour obtenir des lactates purs, il est nécessaire, comme on vient de le dire, de faire bouillir la dissolution aqueuse récemment préparée au moyen de cet acide concentré. C'est avec un semblable acide, après refroidissement, que nous avons préparé le lactate d'argent à froid, au moyen de l'acide et de l'oxyde d'argent. On a concentré la liqueur dans le vide, à la température ordinaire et dans l'obscurité, afin de prévenir toute décomposition. Le sel cristallise à un certain degré de concentration des liqueurs. C'est un hydrate; on l'a privé d'eau en le séchant à l'étuve vers 80°, pendant trois heures, dans l'obscurité.

» *Analyse :* Ag = 54,72; 54,77. — Calculé : 54,75.

» *Chaleur de dissolution :* (1 p. + 40 p. eau, à 12°). — $2^{cal},05$.

» *Chaleur de neutralisation.* — On l'a mesurée par voie indirecte, en précipitant l'argent du sel dissous par l'acide chlorhydrique étendu

$$C^3H^5AgO^2 \text{ diss.} + HCl \text{ ét.} = AgCl \text{ préc.} + C^3H^6O^3 \text{ diss.} \quad +16,55 \text{ et } 16,42$$

$$\text{Moyenne} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad +16^{cal},5$$

» D'où résulte

$$2\,C^3H^6O^3 \text{ étendu} + Ag^2O = 2\,C^3H^5AgO^3 \text{ dissous} + H^2O \ldots\ldots \quad +8^{cal},2$$

» Chaleur de neutralisation pour un équivalent $+ 4^{cal},1$.

» *Chaleur de combustion.* — Le sel anhydre ($1^{gr},4$) a été brûlé dans la bombe calorimétrique, avec addition du tiers de son poids de camphre, dont il a été tenu compte dans les calculs (1).

» On a obtenu pour 1^{gr} du sel : 1620,2; 1598,9; 1610,0. Moy. $1609^{Cal},7$.

» Soit pour une molécule ($196^{gr},7$), $316^{cal},6$ à volume constant, et, par conséquent, $316^{cal},5$ à poids constant.

» *Chaleur de formation.* — On la conclut des chiffres précédents; soit

$$C^3 + H^5 + Ag + O^3 = C^3H^5AgO^3 \dots\dots \quad +138^{cal},9$$

» Pour le sel dissous +136,85.

» On déduit de ces chiffres :

» *Chaleur de formation de l'acide lactique :*

$$C^3 + H^6 + O^3 = C^3H^6O^3 \text{ dissous} \dots\dots \quad +163,75$$

» Pour $C^3H^6O^3$ liquide pur : environ +162,6.

LACTATE DE ZINC.

» Ce sel est facile à préparer à l'état cristallisé, pur, et à l'état anhydre.

» *Chaleur de dissolution.* — Sel anhydre (1 partie sel +100 parties eau). Pour le poids moléculaire $(C^3H^5O^3)^2Zn$: $+8^{cal},00$.

» Sel hydraté :

$$(C^3H^5O^3)^2Zn, 3H^2O \dots\dots \quad -3^{cal},35$$

» *Chaleur d'hydratation.* — Eau liquide : $+11^{cal},35$.

» *Chaleur de neutralisation.* — En ajoutant KOH étendue, on dégage : $+7^{cal},5$, d'où

$$2C^3H^6O^3 \text{ étendu} + ZnO \text{ hydraté} \dots\dots \quad 27,4 - 7,5 = +19^{cal},9$$

soit : +18,6 pour ZnO anhydre.

» Par la méthode des doubles décompositions réciproques, qui est plus exacte :

$$\left\{ \begin{array}{ll} (C^3H^5O^3)Zn \text{ diss.} + SO^4H^2 \text{ diss} \dots\dots & +\ 3^{cal},215 \\ SO^4Zn \text{ diss.} + 2C^3H^6O^3 \text{ diss} \dots\dots & -\ 0^{cal},125 \end{array} \right.$$

---

(1) L'argent étant demeuré dans la capsule supérieure, il ne s'est pas formé d'azotate d'argent.

En admettant

SO^4H^2 diss. + ZnO hydraté........................ $+23^{cal},4$

on a dès lors

$2C^3H^6O^3$ + ZnO hydraté........................ $+20^{cal},06$
Avec ZnO anhydre, on aurait........................ $+18^{cal},76$

On remarquera que l'acide sulfurique déplace presque complètement l'acide lactique, comme il arrive d'ordinaire pour les acides organiques ou monobasiques.

» *Chaleur de combustion* (avec addition de camphre). — Zn reste à l'état d'oxyde, ZnO, qui sature l'acide azotique formé dans ces conditions et condensé dans l'eau ajoutée d'avance au fond de la bombe. On a tenu compte de cette circonstance. Tous calculs faits, la chaleur de combustion a été trouvée, pour 1^{gr} de lactate de zinc anhydre :

2580,3; 2605,5; 2590,4; moyenne.... $2592^{cal},1$.

» Soit pour le poids moléculaire $243^{gr},1$, à volume et à pression constante, $640^{cal},15$.

» En admettant $Zn + O = ZnO$ anhydre : $+84^{cal},8$.

» On a, dès lors:

» *Chaleur de formation par les éléments :*

$2(C^3 + H^5 + O^3) + Zn$ sel anhydre........................ $+355^{cal},45$
» sel dissous........................ $+363^{cal},45$

On en déduit :

$C^3 + H^6 + O^3 = C^3H^6O^3$ diss. $+164,45$; liquide pur.. $+163,3$

LACTIDE : $C^3H^4O^2$.

» Le corps a été préparé en beaux cristaux, par les procédés connus. — On l'a fait recristalliser dans l'alcool et analysé.

» *Chaleur de combustion*. — Pour 1^{gr} : 4542,0 et 4543,6; moyenne : $4542^{cal},8$.

» D'où pour le poids moléculaire 72 : $+327^{cal},1$ à volume constant et à pression constante.

» *Chaleur de formation par les éléments*. — D'après les chiffres précédents elle est $+93^{cal},8$.

» *Dissolution.* — La dissolution du lactide dans 65 fois son poids d'eau à 15° donne lieu tout d'abord à une absorption de chaleur à peu près instantanée, soit $-0^{cal},79$ par molécule dans une expérience.

» Mais cette absorption est suivie presque aussitôt d'un dégagement de chaleur qui se prolonge indéfiniment. Au bout de quelques minutes, la chaleur ainsi dégagée s'élevait à $+0^{cal},75$, c'est-à-dire était presque égale à l'absorption initiale. Il est clair que le premier changement répond à la dissolution simple du corps solide, le second à sa combinaison avec l'eau; mais la distinction ne saurait être regardée que comme qualitative.

» Pour compléter la transformation, on a ajouté à la liqueur une dissolution de potasse en excès sensible, de façon à changer peu à peu le lactide en lactate. Cette opération a dégagé $+14^{cal},50$; soit, dans l'opération totale, $+15^{cal},64$. Elle avait duré plus d'une heure.

» On a vérifié, en ajoutant à la liqueur une dose d'acide chlorhydrique étendu précisément équivalente à celle de la potasse, que la transformation était totale, la chaleur dégagée étant sensiblement celle qui correspondait à la dose de potasse employée en excès, sur celle que l'acide lactique devait avoir saturée. Cette vérification est nécessaire et assez rigoureuse.

» Dans une autre expérience, le lactide a été dissous directement dans un excès considérable de potasse; ce qui a dégagé, dans l'espace de six minutes, toute la chaleur de transformation, la vitesse de refroidissement du système étant ensuite devenue normale. La chaleur dégagée dans ce cas a été trouvée $+15^{cal},58$.

» On déduit de ces expériences la chaleur d'hydratation du lactide, soit $15^{cal},6 - 13^{cal},5 = +2^{cal},1$.

$$C^3H^4O^2 \text{ cristallisé} + H^2O + \text{eau} = C^3H^6O^3 \text{ dissous} \ldots\ldots \quad +2^{cal},1.$$

» Pour l'acide $C^3H^6O^3$ liquide pur, on aurait $+1^{cal},0$ environ; valeur faible, conformément à ce qui été déjà observé pour le glycolide.

Elle est fort inférieure à la chaleur de transformation des anhydrides normaux, tels que les anhydrides sulfurique, phosphorique, les carbures d'hydrogène changés en alcools, etc. Ceci accuse une distinction digne d'intérêt dans les corps analogues au lactide, malgré le caractère en apparence incomplet de semblables composés; je veux dire une sorte de saturation interne, qui rapproche leur constitution de celle des corps complets et saturés.

» Comparons maintenant la chaleur de formation du lactide par les éléments à celle de l'acide lactique; on a :

$C^3H^4O^2$	+ 93,8
H^2O	+ 69,0
Combinaison	+ 2,1
	+164,9

» Ce dernier chiffre représentant la chaleur de formation de l'acide lactique dissous, celle de l'acide liquide pur sera environ +163,8.

» On a donc, en définitive :

	Acide dissous.	Acide pur liquide.
D'après le lactate d'argent	+163,75	+162,6
D'après le lactate de zinc	+164,45	+163,3
D'après le lactide	+164,9	+163,8
Moyenne	+164,3	+163,2

Ce sont les valeurs qu'il convient d'adopter. ».

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur l'explosion du chlorate de potasse;* par M. **Berthelot.**

« Le chlorate de potasse est un composé endothermique, à partir de l'oxygène et du chlorure de potassium, car la transformation inverse

$$ClO^3K = KCl + O^3 \text{ dégage} \ldots\ldots + 11^{cal},9$$

en développant $33^{lit},5$ d'oxygène; soit pour 1^{gr} : 97^{cal} et 273^{cc}.

» Cependant le chlorate de potasse n'est pas classé parmi les corps explosifs. Il ne détone pas sous l'influence d'un échauffement progressif, bien qu'il se décompose avec une vitesse et une élévation de température qui peut aller jusqu'à l'incandescence, lorsqu'on opère dans une petite cornue chauffée à feu nu et contenant une centaine de grammes, ou davantage.

» J'ai reconnu qu'on peut le faire détoner sous la pression ordinaire, en vase ouvert et dans un gaz inerte, en opérant conformément à une méthode ou plutôt à un principe que j'ai signalé il y a longtemps, comme applicable en général aux réactions des systèmes exothermiques : je dis aux réactions qui conservent leur signe et leur valeur approchée lorsqu'on

élève la température du système. Il suffit de placer ce dernier brusquement *dans une enceinte portée à l'avance et maintenue à une température beaucoup plus élevée que celle de la décomposition commençante,* dont la masse soit telle que l'introduction de la quantité de matière décomposable (supposée introduite en la prenant à la température ordinaire) soit trop faible pour abaisser sensiblement la température générale du milieu.

» J'ai montré ([1]) comment on peut faire détoner ainsi l'acide picrique, composé qui brûle cependant tranquillement lorsqu'on le fait fondre et qu'on l'enflamme au contact de l'air.

» Or la même expérience réussit avec le chlorate de potasse. Pour la réaliser, il suffit de prendre un tube de verre, fermé par un bout, d'un diamètre de 25^{mm} à 30^{mm}; on le fixe à l'aide d'un support convenable et on l'échauffe presque verticalement, en le maintenant enveloppé par la flamme d'un bec de gaz, sur une longueur de 50^{mm} à 60^{mm}, jusqu'à ce que le fond du tube et cette longueur du tube aient été portés à la température du rouge visible, sans cependant le fondre.

» D'autre part, on a disposé à l'avance l'extrémité, amincie en forme de gros fil, d'une baguette de verre, puis on l'a trempée, à plusieurs reprises, dans une masse de chlorate de potasse pur fondue au préalable dans une capsule, puis refroidie jusqu'à ce qu'elle commence à se solidifier. On opère de façon à accumuler quelques décigrammes du sel solidifié sur l'extrémité de ce fil de verre, en paquet ovoïde.

» Quand le tube de verre est rougi, on saisit la baguette de verre et on l'introduit dans le tube, en rapprochant le chlorate de potasse du fond, à 10^{mm} environ, avec la précaution qu'il ne touche le tube en aucun point. Au bout de quelques instants, ce chlorate de potasse se liquéfie sous l'influence du rayonnement des parois du tube et de la flamme enveloppante, et il s'écoule goutte à goutte, lentement, en tombant sur le fond du tube maintenu au rouge. Chaque goutte fait explosion, à l'instant où elle arrive au contact du verre, avec un bruit très net et une fumée blanche, formée de poussière et de vapeur de chlorure de potassium. Mais l'explosion ne se propage pas à la portion de sel liquide qui est demeurée à la surface du fil de verre. Le bruit de l'explosion est net, brusque, quoique un peu prolongé, à la façon de celui d'une poudre lente.

» Cette expérience est facile à réaliser. Elle est la même que celle de la

([1]) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 6e série, t. XVI, p. 23; 1889.

détonation de l'acide picrique. L'une et l'autre s'exécutent au sein d'un gaz inerte; car je l'ai faite dans l'azote avec l'acide picrique, et la détonation du chlorate de potasse a lieu dans l'air.

» L'acide picrique détone encore mieux, si l'on opère dans l'air ou dans l'oxygène, comme on devait s'y attendre, parce que la chaleur de sa combustion totale s'ajoute à celle de sa décomposition pyrogénée.

» Le chlorate de potasse détone également mieux, si on le chauffe dans une flamme hydrocarbonée, son oxygène se combinant en partie avec le carbone et l'hydrogène, en donnant lieu à un nouveau dégagement de chaleur : cette observation est citée dans un rapport récent et fort intéressant du colonel Ford, inspecteur en chef des explosifs, rapport relatif à une explosion survenue cette année, en Angleterre, dans une fabrique de chlorate de potasse. Mais cette dernière observation ne suffirait pas à prouver que le chlorate de potasse pur soit explosif *par lui-même et sans l'intervention d'aucun corps combustible*. La présence de ce dernier, même en petite quantité, concourt à déterminer d'une manière plus prompte et plus facile l'explosion du chlorate lui-même.

» C'est ici le lieu de faire observer que les conditions précises des expériences que je viens de rappeler sur l'acide picrique et sur le chlorate de potasse sont susceptibles, à la rigueur, d'être réalisées dans un grand incendie affectant le toit ou les parois d'un magasin renfermant une masse considérable d'acide picrique, ou de chlorate de potasse. Je citerai comme exemple l'explosion récente, mentionnée plus haut, de 156 tonnes de chlorate de potasse embarillé dans des tonneaux de bois, à la fabrique nommée *Kurtz Chemical Works* de la *United Alkali C° Ld*, au bourg de Sainte-Hélène (Londres). Cette explosion a tué 5 hommes, en a blessé 40 à 50, et elle a amené des destructions de bâtiments considérables. Elle paraît avoir réalisé sur une grande échelle les circonstances que je décris ici. L'explosion du chlorate de potasse a été d'ailleurs facilitée, dans ce cas, par la combustion du bois des tonneaux, comme elle l'est par la flamme d'un gaz combustible.

» On pourrait citer également des exemples, intermédiaires en quelque sorte, de l'exaltation des propriétés explosives, produite par des circonstances analogues. Tel est le cas de la dynamite : répandue sur une table, en couche mince, elle brûle à peu près sans danger. Mais il en est autrement si l'on enflamme une masse un peu considérable de dynamite, et surtout si on l'échauffe avec le concours d'un bourrage, même sans détonateur.

» Ces phénomènes doivent être également rapprochés de la détonation de l'acétylène, laquelle n'a pas lieu par simple échauffement sous la pression atmosphérique, à l'air libre; mais elle se produit dès que la condensation du gaz, sous des pressions doubles ou davantage, permet à la température développée par la décomposition provoquée sur un point, sans être abaissée à mesure par mélange, convection, conductibilité, ou rayonnement, de s'élever toujours davantage.

» Dans les cas de ce genre, la température croissant, sans que son accroissement soit limité par dissociation ou changement d'état physique, la vitesse de la réaction, combinaison ou décomposition, croît de son côté, suivant une loi que j'ai reconnue, comme une fonction exponentielle de la température. Il y a là certaines propriétés générales des corps explosifs, qui entrent en jeu avec une facilité inégale, suivant leur nature individuelle, mais qu'il est nécessaire de ne jamais oublier dans leur emploi industriel ou militaire. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur l'existence normale de l'arsenic chez les animaux, et sa localisation dans certains organes;* par **M. Armand Gautier.**

« Les découvertes sont bien rarement le fruit du hasard. Celle dont je vais entretenir l'Académie a ses origines dans les traditions les plus reculées de la Médecine. Les cadmies ou dépôts formés sur les parois des fours où l'on produisait le bronze au moyen de minerais généralement arsénicaux, étaient employés déjà par les peuples de l'Asie et de l'ancienne Grèce contre les maladies des yeux ou de la peau et pour le pansement des plaies; plus tard Pline relatait que les malades affectés de toux opiniâtre se trouvent soulagés lorsqu'ils respirent les vapeurs provenant de la calcination de l'orpiment avec du bois de cèdre ([1]). Depuis l'antiquité jusques à nous, l'arsenic n'a cessé d'être utilisé dans les maladies de la peau ou du poumon et contre certaines anémies spécifiques. Mais, quoique employées depuis plus de trente siècles, les diverses préparations minérales de ce métalloïde sont restées ce qu'elles étaient au temps de Pline, des médicaments difficiles à manier, infidèles, mystérieux dans leur action.

([1]) Édition Lemerre, t. XXXIV, 56.

» Au mois de juin dernier, j'ai fait connaître à l'Académie de Médecine ([1]) les essais que j'avais tentés depuis quelques années avec succès contre les maladies de poitrine, l'anémie, la malaria, etc., grâce à une substance arsenicale organique, l'acide cacodylique découvert par Bunsen en 1843, et resté jusque là sans emploi. Cet acide, $As(CH^3)^2O^2H$, quoique très soluble dans l'eau et contenant 54,3 pour 100 d'arsenic métalloïdique, ne possède aucune des propriétés vénéneuses, aucun des caractères chimiques des composés arsenicaux. L'arsenic y est comme latent; mais j'ai établi qu'il y conserve, à un degré éminent, et sous une forme inoffensive, des propriétés médicatrices spécifiques précieuses. Employé en injections hypodermiques, il surexcite l'appétit, active l'assimilation et permet, tout particulièrement, de combattre les maladies de poitrine.

» Depuis ma publication, ce corps à peu près inconnu, même dans nos laboratoires, se fabrique en grand dans l'industrie en France comme en Allemagne, et plusieurs centaines de kilogrammes ont été déjà utilisés dans nos hôpitaux français et dans la clientèle de ville.

» En réfléchissant, au cours de ces recherches, au mécanisme de l'activité de l'arsenic, à son efficacité dans les anémies graves et surtout dans la maladie de Basedow, conséquence d'une altération fonctionnelle de la glande thyroïde que l'on sait être iodée; en tenant compte de cette observation que l'arsenic et l'iode sont l'un et l'autre deux médicaments très efficaces des maladies de cette glande; en rapprochant ces remarques de celles faites d'autre part par les chimistes qui se sont occupés d'eaux minérales, que l'arsenic est souvent, dans la nature, le satellite de l'iode ([2]); enfin en retrouvant, au cours de mes études sur les algues, l'arsenic et l'iode souvent juxtaposés dans ces végétaux inférieurs, comme je le montrerai un jour, j'ai songé qu'il pourrait bien se faire que l'explication de l'activité de l'arsenic dans les maladies ci-dessus visées, tînt à ce que ce métalloïde fait partie constitutive de quelques-uns de nos organes, et spécialement de la glande thyroïde, où l'iode est relativement abondant.

» C'est ainsi que j'ai été amené à rechercher si ce singulier élément, l'arsenic, existe normalement chez les animaux. Je viens annoncer à l'Aca-

---

([1]) *Bull. Acad. Méd. Paris,* séance du 6 juin 1899.

([2]) Kosmann a indiqué la présence de l'arsenic dans les eaux ferrugineuses ou sulfureuses, où l'on rencontre toujours de l'iode et du brome. MM. Chatin, Filhol, puis M. Bourcet, ont constaté aussi que l'arsenic se trouve dans plusieurs eaux des Pyrénées du Jura, etc., où il est généralement accompagné par l'iode.

démie qu'en effet l'arsenic se rencontre d'une façon constante dans la glande thyroïde chez les herbivores, les carnivores et l'homme, à dose faible, mais pondérable, et qu'on le trouve, en plus petites quantités, dans quelques autres organes.

» L'existence de l'arsenic normal dans l'économie paraît contredire toutes les données expérimentales de la toxicologie. Des milliers d'expertises ont été faites, en effet, sans qu'on ait signalé ce métalloïde chez l'homme. Ce fait s'explique, d'une part, par les méthodes généralement employées pour la destruction des matières organiques (Cl; Chlorate de K + HCl; Distillation en présence de $SO^4H^2 + NaCl$, etc.), méthodes qui font perdre l'arsenic en totalité ou en partie, comme je m'en suis de nouveau assuré par les essais les plus minutieux ([1]); ils s'expliquent, d'autre part, par la constatation que je viens de faire au cours du présent travail, par une méthode très sure exposée plus loin, que l'arsenic est, en effet, absent de la plupart des organes animaux. Seule la glande thyroïde, vers laquelle j'avais d'abord dirigé mes investigations, puis avec elle, mais en bien moindre proportion, le thymus et le cerveau ([2]), enfin à l'état de traces seulement, la peau ([3]), contiennent normalement de l'arsenic. Je fais toutes mes réserves pour la glande pituitaire, que je n'ai pas encore étudiée ([4]).

» J'ai constaté l'arsenic dans toutes les glandes thyroïdes normales que j'ai analysées ([5]) chez l'homme, le chien, le porc, le mouton, etc. Toujours l'arsenic est présent dans cette glande, toujours il est absent (ou à doses insensibles) des autres organes, sauf le thymus et le cerveau.

» J'ai à ce point de vue examiné plusieurs fois, comparativement avec la glande thyroïde :

Le foie de mouton (120gr),
» de veau (150gr),
» de chien, de porc (100gr),

([1]) Voir à ce sujet mon Mémoire (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 5e série, t. VIII, p. 384).

([2]) Ils avaient été privés, pour ces recherches, de leurs glandes pituitaire et pinéale.

([3]) 148gr de peau de porc privé de poils et de tissu adipeux.

([4]) Je n'ai pas encore examiné le cœur, le pancréas, la moelle osseuse, les poils et cheveux, les urines, les fèces.

([5]) Je me propose d'étudier les cas du goitre simple, de la maladie de Basedow, du myxœdème, de l'anémie pernicieuse, de l'infantilisme, etc.

La rate de chien, de bœuf (70gr),
Le rein de cochon (100gr),
La chair de chien (100gr),
Le sang de porc (250gr défibriné),
Le testicule humain (70gr).

» La méthode employée (voir plus loin, p. 936) me permettait de retrouver dans 100 grammes de ces organes frais, poids sur lequel j'opérais en général, 0mgr,005 ou un demi-centième de milligramme d'arsenic. Je n'en ai pas obtenu la moindre trace dans les organes ci-dessus énumérés. L'arsenic est au contraire constant dans la thyroïde. Quoique sa dose soit minime, j'ai pu, dès mes premières tentatives, le constater dans 5gr, 2 de glande thyroïde fraîche fournie par deux chiens, quantité répondant seulement à 1gr,3 de matière sèche. Quarante-cinq grammes de thyroïde de porc fraîche (1) m'ont donné un anneau d'arsenic qui, jugé par comparaison avec une série d'anneaux témoins de poids connus, pesait environ 0mgr,03, ce qui répond à 0mgr,067 pour 100gr de glande, ou environ sept dixièmes de milligramme par kilogramme de glande fraîche, et 3 milligrammes par kilogramme de thyroïde prise à l'état sec.

» 100gr de thyroïde de mouton fraîche m'ont donné un anneau arsenical pesant 0mgr,05, ce qui répond à 2mgr par kilogramme de glande sèche.

» Ces premiers nombres ne sont toutefois qu'approchés, ayant reconnu depuis quelques imperfections à ma méthode, qui donnait des résultats toujours trop faibles.

» Après l'avoir corrigée, j'ai opéré sur 127 grammes de glande thyroïde humaine, provenant de six individus n'ayant pris, durant leur maladie, aucun médicament métallique ni surtout arsenical (2). J'ai obtenu un anneau d'arsenic pesant un peu moins de 1mgr (au juste, 0mgr,95).

» Toutes ces expériences ont été répétées en double en employant comparativement le foie de mouton, que j'attaquais par des quantités d'acides égales ou supérieures à celles qui servaient à détruire les thy-

---

(1) La glande entière avec ses deux lobes pèse environ 17gr par animal.

(2) Femme (33 ans); Érysipèle et pneumonie;
Homme (27 ans); Fracture de la colonne vertébrale;
Homme (43 ans); Méningite tuberculeuse;
Homme (47 ans); Obstruction intestinale.
Homme (46 ans); Cancer de l'estomac;
Homme (19 ans); Pleurésie, ascite.

roïdes. Les expériences témoins ont toujours été entièrement négatives.

» Il existe donc constamment, du moins à l'état normal, chez les animaux carnivores et chez les herbivores, de l'arsenic dans la glande thyroïde. Chez l'homme, pour lequel toutes nos déterminations ont été faites après que notre première méthode eut été perfectionnée, nous avons trouvé environ 1 milligramme d'arsenic métalloïdique pour 127 grammes de glande, soit $\frac{1}{127000}$ du poids de la thyroïde fraîche ou un trente-deux millième du poids sec. Cette petite quantité d'un élément, sans nul doute, nécessaire, puisqu'il est constant dans la glande saine chez tous les animaux examinés, suffit à l'accomplissement d'une fonction vitale importantes, fonction encore inconnue, mais certaine et indispensable, car pas de thyroïde sans arsenic et pas de santé sans thyroïde.

» L'animal trouve ce singulier élément dans quelques-uns des aliments où l'accompagnent sans doute le fer et l'iode ([1]). De là, comment l'arsenic arrive-t-il à la glande? Il est curieux de constater qu'on ne le retrouve pas, même à l'état de traces, dans le sang. L'arsenic doit cependant, comme dans les aliments qui l'apportent, y exister à un état de dilution extrême, inférieur à un cinquante millionnième, quantité encore accessible à ma méthode de recherche. Mais même à cet état de dilution, et peut-être bien au-dessous encore, la glande s'empare de cet élément et construit, grâce à lui, le principe arsenical nécessaire à son fonctionnement. C'est là un fait de sélection dont nous n'avons aucune explication rationnelle, fait qui rappelle celui qu'observait Raulin de l'influence des traces de zinc sur l'accroissement de l'*Aspergillus;* mais pour la glande thyroïde, mes expériences établissent la fixation de l'arsenic par le tissu, tandis que pour l'*Aspergillus* il n'est pas démontré que le zinc se fixe dans le végétal, sur lequel il pourrait n'agir que comme un simple excitateur de la nutrition.

([1]) Stein (*Journ. f. prakt. Chem.*, t. LI, p. 302, et t. LIII, p. 37) reconnut la présence de l'arsenic dans un assez grand nombre de végétaux. Il en trouva des traces dans la paille de seigle; des quantités sensibles dans le chou, les navets, les tubercules de pommes de terre, etc. J'ai observé qu'il existe aussi dans plusieurs algues, où il est accompagné par l'iode; 180^{gr} de baregine de Luchon pesée à l'état humide, après essorage à la centrifugeuse, m'ont donné 7^{gr},2 de résidu sec. Cette quantité contenait :

Soufre	6,4
Autres matières	0,8

Dans ces 0^{gr},8, j'ai trouvé de l'iode en quantité et une trace très sensible d'arsenic.

» L'arsenic se trouve en quantité pondérable dans la thyroïde, très sensible dans le thymus et le cerveau, à l'état de traces dans la peau. Sous quelle forme y existe-t-il et quel est son rôle probable dans ces organes?

» Après l'avoir découvert dans la thyroïde, je pensai que l'arsenic, que ses analogies chimiques rapprochent du phosphore, devait se trouver dans les cellules sous la forme active de ce dernier élément, c'est-à-dire à l'état de nucléines constituant les noyaux des cellules et les granulations basophiles du protoplasma. J'avais aussi, pour me laisser guider d'après cette hypothèse, les observations de savants déjà nombreux qui ont remarqué que les substances métalliques, ou plus généralement celles à poids moléculaires élevés, lorsqu'elles pénètrent dans le sang, se fixent surtout sur la substance des noyaux cellulaires.

» Je me suis donc déterminé à séparer les nucléines de la glande thyroïde pour y rechercher l'arsenic. J'ai recouru, dans ce but, à la digestion pepsique à laquelle on sait qu'elles résistent : 100 grammes de glande thyroïde de mouton hachée, mise en présence de $0^{gr},5$ d'une pepsine très active et d'eau acidulée à 1,5 millième, se sont très lentement digérés à 38°. Il est resté, après cinquante-six heures, un résidu formé de fibrilles élastiques, de tissus kératiniques et d'un peu de graisse, mélangé d'une matière pulvérulente gris de fer paraissant très iodée. J'ai, par filtration, séparé ce résidu total de digestion de la peptone qui s'était formée en même temps, et après l'avoir lavé, je l'ai repris à 35° par de l'ammoniaque très étendue. De la liqueur filtrée, j'ai précipité les nucléines par acidulation avec l'acide acétique; enfin j'ai filtré et lavé.

» J'ai alors cherché l'arsenic par la méthode appliquée dans ce travail, d'une part, dans les peptones qui s'étaient formées, de l'autre, dans les nucléines ainsi séparées. L'arsenic était absolument absent des peptones; au contraire, il était relativement très abondant, *ainsi que l'iode,* dans la nucléine. $1^{gr},21$ de cette substance prise à l'état sec, et répondant à 100^{gr} de glande thyroïde de mouton fraîche, m'ont donné un bel anneau d'arsenic.

» Il existe donc, à l'état normal, dans la glande thyroïde, et par extension, dans le thymus et dans le cerveau, où nous avons aussi découvert l'arsenic, des nucléines arsenicales, des *arsénucléines,* coexistant avec les nucléines phosphorées ordinaires. Elles jouent, dans les noyaux des cellules, et sans doute aussi dans les granulations chromatophyles du protoplasma de ces organes, un rôle important, puisque l'arsenic est toujours présent dans le tissu, puisque aussi, dans les maladies de ces glandes, la médication arsenicale a été empiriquement reconnue avantageuse, puisque enfin la

glande de l'économie de beaucoup la plus riche en arsenic, la thyroïde (et ses annexes), ne peut être malade ou détruite sans qu'apparaissent les troubles du myxœdème qui frappent particulièrement les trois organes, thyroïde, cerveau et peau, où j'ai trouvé de l'arsenic.

» Mais la constatation de l'existence de l'arsenic normal dans le noyau de certaines cellules n'est pas seulement importante en ce que la seule présence d'un élément aussi rare que l'arsenic dans la thyroïde, le thymus, le cerveau, la peau et probablement la glande pituitaire, suffit à démontrer les relations chimiques et fonctionnelles qui unissent ces organes; cette constatation nous éclaire encore à un point de vue plus général. Elle établit l'influence que sont aptes à exercer sur le fonctionnement des tissus et sur la vie de l'être tout entier des doses presque infinitésimales de certains éléments spécifiques. Une glande thyroïde humaine (pesant 21^{gr} en moyenne), glande empruntée à l'espèce animale qui, à poids égal, fournit le plus d'arsenic, contient à peine $0^{mgr},17$ de cet élément. Pour un individu d'un poids moyen de 67^{kg}, ces 17 centièmes de milligramme représentent environ $\frac{1}{400\,000\,000}$ de la masse totale. Ce quatre cent millionième d'arsenic suffit pour que, la glande fonctionnant normalement, la santé générale se maintienne. Un poids encore bien plus faible d'arsenic, un milliardième chez certaines espèces, suffit chez d'autres animaux.

» Il se dégage encore de ces recherches une autre conséquence, à savoir, que des fonctions spécifiques plus ou moins nécessaires à la vie, plus ou moins latentes, se poursuivent dans les organes, grâce à la présence de certains éléments actifs dont la majeure partie nous échappe sans doute encore à cette heure. Tel semble être le rôle du manganèse, reconnu dans le ferment oxydant; de l'iode dans la thyroïde; de l'arsenic dans les nucléines, où il remplace le phosphore; du fluor dans la cellule osseuse, etc. Il y a donc lieu de rechercher aujourd'hui, dans chaque organe, et grâce aux méthodes les plus délicates, les divers éléments qui, tels que les précédents, peuvent raisonnablement être regardés comme aptes à se substituer à leurs analogues chimiques, éléments grâce auxquels la nature peut arriver à modifier plus ou moins profondément le fonctionnement soit local, soit général : tels seraient le sélénium à la place du soufre; le soufre négatif substitué à l'oxygène; le cuivre, le zinc ou le manganèse remplaçant le fer; le phosphore, l'arsenic, le vanadium, le bismuth lui-même, jouant le rôle de l'azote. C'est toute une Chimie biologique nouvelle à entreprendre; elle me paraît pleine de promesses pour l'avenir.

» Des observations faites d'abord sur le mode d'action de l'arsenic chez

les malades m'ont amené à découvrir cet élément chez les animaux; par une réciproque inverse, et après les considérations générales que je viens d'exposer, je n'ai pas besoin de faire remarquer la portée de cette découverte au point de vue de l'étiologie et de la thérapeutique des maladies.

» Les toxicologistes auront à leur tour, dans les expertises médico-légales, à tenir compte de ces observations qui établissent l'existence normale de l'arsenic dans certains organes, mais aussi son absence de la majeure partie des tissus ou des glandes et du sang lui-même. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Recherche et dosage des très petites quantités d'arsenic dans les organes;* par M. **Armand Gautier.**

« Quoique j'aie déjà déjà décrit depuis longtemps la méthode qui me permet de retrouver et même de doser de très petites quantités d'arsenic dans les tissus animaux ou végétaux ([1]), je crois devoir, dans l'intérêt de ceux qui voudraient répéter ou étendre mes observations sur l'arsenic normal de l'économie animale, aussi bien qu'au point de vue des toxicologistes, donner quelques renseignements complémentaires sur cette méthode que j'ai d'ailleurs perfectionnée au cours du précédent travail. Ces indications leur éviteront bien des tâtonnements et des doutes.

» La méthode consiste à détruire la matière organique successivement par l'acide nitrique, l'acide sulfurique, puis encore l'acide nitrique. On agit ainsi du commencement à la fin en milieu très oxydant et l'on chasse, presque dès le début, la totalité des chlorures, l'une des causes principales des pertes d'arsenic sous forme de composés volatils.

» Sur 100^{gr} de tissu frais, on verse, suivant les cas, de 30^{gr} à 60^{gr} d'acide nitrique pur $(AzO^3)^2, 3H^2O$; on additionne de 1^{gr} d'acide sulfurique, et l'on chauffe le tout, dans une capsule de porcelaine, jusqu'à liquéfaction complète puis épaississement; on retire du feu et l'on ajoute alors seulement 8 à 10 grammes d'acide sulfurique pur. On chauffe de nouveau assez fortement, puis retirant du feu, l'on verse sur la matière en train de se détruire de l'acide nitrique par faibles quantités à la fois, jusqu'à ce que, chauffant jusqu'au point où l'acide sulfurique émet d'épaisses vapeurs, il ne reste plus dans la capsule qu'un liquide brun à peu près incarbonisable à la température où l'acide sulfurique commence à bouillir. Dans certains cas

([1]) *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. VIII, p. 384.

(résidus urinaires, extraits de vin, et surtout glande thyroïde), la destruction est difficile et les additions successives d'acide nitrique doivent être plusieurs fois répétées. Arrivé au point où l'acide nitrique n'oxyde presque plus, on chasse celui-ci une dernière fois à chaud, on laisse refroidir, on ajoute encore un peu d'acide sulfurique, et, en agitant, on verse la petite quantité de liqueur brune résiduelle dans 600^{cc} à 700^{cc} d'eau distillée. On lave ensuite la capsule, après refroidissement, et l'on réunit le tout. Il tombe au fond du récipient une matière humique très divisée à laquelle surnage une liqueur plus ou moins foncée (¹). On filtre, on ajoute 1^{cc} à 2^{cc} d'une solution d'acide sulfureux et l'on fait enfin passer dans la liqueur acide, à chaud et durant plusieurs heures, un courant d'hydrogène sulfuré. Le sulfure d'arsenic se précipite avec un excès de soufre qui entraîne encore un peu de matière organique. On recueille ce précipité douze heures après, on le lave sur un filtre et l'on place le filtre avec son résidu dans une capsule où l'on verse un peu d'eau ammoniacale (1 partie d'ammoniaque et 20 parties d'eau). On laisse digérer trente à quarante minutes, vers 40° à 50°, et l'on filtre. La liqueur filtrée, évaporée doucement, laisse un résidu qu'on oxyde par un mélange d'acide nitrique et sulfurique. On chauffe jusqu'à décoloration en renouvelant, s'il le faut, l'acide nitrique. On élève enfin la température jusqu'à l'apparition des fumées abondantes d'acide sulfurique, dans le but de chasser les dernières traces d'acide nitrique; on étend d'eau et l'on verse peu à peu dans l'appareil de Marsh.

» Pour les détails de la conduite de cet appareil et le dosage de l'arsenic, je renvoie à mon Mémoire des *Annales de Chimie et de Physique* de 1876 (*loc. cit.*, p. 397 et 402).

» La méthode le plus souvent employée pour détruire les matières animales, méthode dite de Fresenius et Babo (en réalité d'Abreù, perfectionnée par Duflos et Millon), consistant à détruire la matière organique par un mélange d'acide chlorhydrique et de chlorate de potasse, occasionne, même en cornue fermée, même en agissant à 50° ou 60° seulement, des pertes notables d'arsenic entraîné à l'état de chlorure par les oxydes de chlore qui se forment. Je me suis assuré que, dans le cas de la glande thyroïde, la majeure partie de l'arsenic disparaissait ainsi.

(¹) Si l'on se bornait à carboniser la matière, il arriverait, dans certains cas, qu'on s'exposerait, en épuisant imparfaitement par l'eau bouillante un charbon encore bitumineux, à des pertes très notables d'arsenic; c'est ce qui se passerait particulièrement pour le tissu thyroïdien.

» La marche précédente, lorsqu'on se borne à carboniser la matière sans détruire la majeure partie du charbon par des additions successives d'acide nitrique, donne lieu, dans le cas de la glande thyroïde et dans quelques autres rares cas, à des pertes d'arsenic qui reste occlus dans le résidu charbonneux.

» Pour les dosages, on pèse, quand c'est possible, l'anneau d'arsenic. Il répond à la totalité du métalloïde primitivement contenu dans le tissu examiné, si l'on prend les précautions que je viens d'indiquer dans cette Note, et celles que j'ai décrites aux *Annales* pour la conduite de l'appareil Marsh. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Membre de la Section de Chimie, en remplacement de feu M. *Friedel*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 57,

M. G. Lemoine obtient	. . . .	21 suffrages,
M. Étard »	. . . .	19 »
M. Le Bel »	. . . .	17 »

Aucun des candidats n'ayant réuni la majorité absolue des suffrages, il est procédé à un deuxième tour de scrutin.

Le nombre des votants étant encore 57,

M. G. Lemoine obtient	. . . .	23 suffrages,
M. Étard »	. . . .	19 »
M. Le Bel »	. . . .	15 »

Aucun candidat n'ayant encore réuni la majorité absolue des suffrages, il est procédé à un troisième tour de scrutin, scrutin de ballottage entre les deux candidats qui ont obtenu le plus grand nombre de suffrages.

Le nombre des votants étant toujours 57,

M. G. Lemoine obtient	. . . .	32 suffrages,
M. Étard »	. . . .	25 »

M. **Georges Lemoine**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** transmet à l'Académie un Rapport adressé par M. le Consul général de Naples à M. le Ministre des Affaires étrangères sur divers travaux de M. *Schrön*, membre de l'Académie de Médecine de Naples, concernant la Cristallogénie.

(Renvoi aux deux Sections de Minéralogie et de Botanique.)

M. **U. Ganna** adresse, de Turin, une Note relative à un projet d'avertisseur destiné à prévenir les rencontres des trains sur les chemins de fer.

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

M. **E. Roger** adresse un Mémoire relatif à la Navigation aérienne.

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

CORRESPONDANCE.

L'**Académie royale des Sciences de Berlin** informe l'Académie qu'elle célébrera le second centenaire de sa fondation les 19 et 20 mars 1900, et l'invite à se faire représenter à cette solennité.

M. le **Consul de France a Batavia**, par une Lettre adressée à M. le Ministre des Affaires étrangères, donne les détails suivants sur le tremblement de terre qui a désolé, le 30 septembre dernier, l'île de Céram et une partie des Moluques :

« Dans la nuit du 29 au 30 septembre dernier, vers 1^h45^m du matin, un fort tremblement de terre, suivi d'un raz de marée, a eu lieu sur la côte sud de Céram et sur les territoires inférieurs d'Amboina, de Banda et d'Ouliasiers. C'est dire qu'une grande partie des Moluques ont été atteintes par le bouleversement souterrain.

» On estime que le tremblement de terre dont il s'agit a occasionné plus de 4000 décès et que 500 personnes ont été blessées. Les victimes sont indigènes. Ces estimations ne sont, bien entendu, qu'approximatives.

» Toutes les constructions de la côte sud de Céram sont détruites, ainsi que les remparts d'Amahei.

M. **Lœwy**, en présentant à l'Académie le troisième Volume des « Annales de l'observatoire de Toulouse », s'exprime comme il suit :

« Je viens faire hommage à l'Académie, au nom de M. Baillaud, Directeur de l'observatoire de Toulouse, du troisième Volume des *Annales* de cet établissement, qui n'a pu paraître que treize années après le second Volume. Toutefois, durant cette période, de nombreux travaux d'une très grande valeur, embrassant diverses branches de l'Astronomie théorique et pratique, y ont été exécutés, grâce à l'activité toujours croissante des astronomes attachés à cette institution scientifique. Mais des raisons impérieuses ont empêché le Directeur de livrer à l'impression ces travaux au fur et à mesure de leur achèvement. En effet, les progrès incessants accomplis dans le domaine général de la Science ont modifié d'une manière essentielle les méthodes d'observation, et M. Baillaud s'est trouvé ainsi dans l'obligation de consacrer toutes ses ressources budgétaires à la création d'un nouvel outillage. Il est parvenu ainsi à doter l'observatoire de Toulouse de nouveaux et puissants moyens d'investigation dont cet établissement fait aujourd'hui un si excellent usage.

» M. Baillaud a pu seulement commencer maintenant la publication des précieux documents accumulés dans le long intervalle écoulé et qui formeront la matière de plusieurs Volumes.

» Le tome présent débute par trois Mémoires très instructifs de M. Andoyer. Le premier est relatif aux formules générales de la Mécanique céleste. M. Andoyer applique, avec beaucoup d'habileté et d'ingéniosité, aux divers problèmes qu'offre le système solaire, la méthode des coefficients indéterminés employée par Laplace dans la théorie de la Lune; il obtient très rapidement, à l'aide de cette méthode, les coefficients des expressions trigonométriques représentant les inconnues des problèmes et, ce qui est important, ne renfermant aucun terme proportionnel au temps ou à une puissance du temps. M. Andoyer précise qu'on peut pousser assez loin le calcul pour que la substitution des formules trouvées dans les équations différentielles donne des résidus d'ordre aussi élevé qu'on voudra par rapport à certaines quantités regardées comme petites du premier ordre.

» M. Andoyer, dans les deux autres Mémoires sur des inégalités de la Lune, applique cette méthode : il calcule avec la même approximation que Delaunay les coefficients des inégalités de la longitude qui ne dépendent que de la première puissance de l'excentricité de notre satellite et du rapport des moyens mouvements du Soleil et de la Lune; il calcule

aussi la partie du mouvement du périgée lunaire relativement à ce dernier rapport et les inégalités de la longitude de la Lune qui ne dépendent que de l'excentricité de l'orbite de la Terre. M. Andoyer a vérifié ses résultats par la méthode de M. Hill (*Researches on the lunar theory*) et trouve, à partir du huitième ordre, certaines discordances avec les nombres donnés par Delaunay dans ses recherches supplémentaires. M. Andoyer explique ces différences et rectifie ainsi très heureusement certains développements de la théorie de Delaunay.

» Deux importants Mémoires de M. Baillaud renferment la démonstration de résultats annoncés par lui dans les *Comptes rendus*. Dans une étude sur les formules de quadratures premières et secondes, M. Baillaud démontre comment un peut déduire facilement, par les procédés élémentaires du Calcul intégral, les formules générales données par M. Gruey et par Th. von Oppolzer pour le calcul de ces quadratures.

» Il fait connaître un grand nombre de formules intéressantes qui permettent en outre de vérifier par divers procédés les résultats obtenus; il donne enfin les valeurs numériques des cinq premiers coefficients des quadratures des quatre premiers ordres.

» Ces diverses recherches théoriques constituent la partie principale du volume actuel, et elles fournissent de nouvelles et très satisfaisantes solutions de quelques problèmes très délicats de la Mécanique céleste.

» Une autre série de Chapitres renferme d'abord les observations des étoiles de culmination lunaire et les positions de la Lune, déterminées avec beaucoup de précision par M. Saint-Blancat, de janvier 1884 à septembre 1887; et, ensuite, de très nombreuses mesures d'étoiles doubles effectuées de 1885 à 1894. Cette dernière recherche, à laquelle ont collaboré MM. Andoyer, Baillaud, Cosserat, Montangerand, Saint-Blancat et Rossard, a été exécutée dans les meilleures conditions d'exactitude et forme une contribution très précieuse pour l'étude de ces corps célestes. La partie astronomique est accompagnée de deux spécimens de photographies très réussies des célèbres nébuleuses d'Orion et de la Lyre.

» Le volume se termine par les observations météorologiques trihoraires faites de 6^h du matin à 9^h du soir pendant les années 1894, 1895, 1896 et 1897.

» Cette très rapide analyse permet de constater que l'observatoire de Toulouse a déployé, depuis sa réorganisation, une incessante et très féconde activité. »

M. **Tarry** adresse, par dépêche télégraphique, les indications complémentaires suivantes, sur les nombres horaires des Léonides seules, observées à Alger :

Deuxième nuit.......	1, 2, 5, 18, 17	Total : 43
Troisième nuit.......	1, 1, 3, 8, 6	Total : 19, jusqu'à 4^h

ASTRONOMIE. — *Observations des Léonides et des Biélides, faites à Athènes, en novembre* 1899. Note de M. **D. Éginitis**, présentée par M. M. Lœwy.

Observations des Léonides.

« Depuis le 8 novembre, avec le concours des trois observateurs de notre service régulier météorique, nous avons surveillé attentivement le ciel, pour suivre les diverses phases de l'averse des Léonides. Malheureusement, le mauvais temps et la vive lumière de la Lune, pendant toute la période de l'apparition de cet essaim, en ont beaucoup gêné l'observation complète à Athènes. Cependant, malgré la nébulosité du ciel, le très petit nombre de météores que nous avons pu apercevoir, dans des éclaircies, montre qu'un maximum possible de cette pluie météorique attendue cette année, bien que peu probable, n'a pas eu lieu.

» Les résultats de notre exploration sont les suivants :

» Le 8 novembre, le ciel était couvert; on a eu cependant un assez grand nombre d'éclaircies, dans lesquelles on n'a vu aucune étoile filante.

» L'apparition des Léonides a commencé le 9 novembre; pendant cette nuit, on a pu observer, dans quelques éclaircies, trois météores de cet essaim.

» Le 10 novembre, presque avec le même état du ciel, on a pu noter le passage de deux Léonides.

» Le 11 novembre, le ciel était complètement clair, cependant on n'a vu que deux météores.

» Le 12 novembre, le ciel étant nébuleux, on a observé, dans des éclaircies, 9 étoiles filantes émanant de la constellation du Lion.

» Le 13 novembre, le ciel fut complètement couvert.

» Le 14 novembre, on a aperçu, en grande partie à travers les nuages, de 14^h jusqu'à 18^h, 46 météores dont les trajectoires donnent les trois radiants suivants :

$$\alpha = 152^\circ,\quad 145^\circ,\quad 176^\circ;$$
$$\delta = +25,\quad +14,\quad +16.$$

» La plupart de ces météores ont émané du radiant connu, situé près de ζ Lion; une dizaine environ appartiennent au deuxième qui nous paraît nouveau et quelques-uns seulement à un troisième qui, comme nous le supposons, n'a pas été également observé

jusqu'ici. Le deuxième radiant se trouve près de Régulus et le troisième est situé aussi dans la constellation du Lion.

» Le 15 novembre, on a aperçu, à travers les nuages, cinq météores et, le 16, avec le même état du ciel, un seul. Le 17 novembre, le ciel était complètement couvert.

» Les météores étaient, en général, rouges, rapides et d'un éclat moyen de deuxième à troisième grandeur; quelques-uns seulement avaient une couleur jaune et rouge jaunâtre et plusieurs un éclat de première grandeur.

» D'après l'ensemble de ces données, le maximum de l'averse de cette année a eu lieu, très probablement, à moins que l'état vaporeux du ciel ne nous ait trompé, dans la nuit du 14 novembre (temps astronomique); d'ailleurs, il paraît certain que, dans la nuit du 15 novembre, pendant laquelle on s'attendait à observer la plus grande valeur de ce maximum, on n'a vu, relativement, que très peu de ces corpuscules.

Observations des Biélides.

» Pendant quatre soirées, du 24 au 27 novembre, nous avons observé à Athènes, par un ciel très beau et à l'aide de nos trois observateurs du service astronomique, MM. Terzakis, Maris et Tsapèkos, l'essaim des Biélides.

» Le 24 novembre on a noté, depuis $6^h 30^m$ jusqu'à $12^h 20^m$ (temps moyen d'Athènes), 41 météores, dont 20 ont émané d'un petit cercle, de 1° de rayon, situé tout près de τ Andromède; les trajectoires de ces météores, tracées sur une carte construite exprès pour notre latitude, nous donnent le radiant suivant :

$$\alpha = 23^\circ, \qquad \delta = +39^\circ.$$

» L'année dernière, le 25 novembre, nous avons observé le radiant, ayant les coordonnées (*Comptes rendus*, p. 1000) :

$$\alpha = 20^\circ, \qquad \delta = +37^\circ.$$

» La différence entre ces coordonnées n'est pas, relativement, très grande; c'est donc le même radiant que nous observons pendant deux années consécutives et qui est autre que celui qu'on constate habituellement près de γ Andromède. Ce radiant fut déterminé aussi, il y a quelques années, par plusieurs autres observateurs.

» Les 21 autres météores notés dans la soirée du 24 novembre émanaient des constellations de Cassiopée, du Triangle, du Bélier et de la Girafe.

» Le 25 novembre, depuis $6^h 30^m$ jusqu'à $17^h 30^m$, on a vu 11 météores, dont 4 seulement appartiennent aux Andromédides; le radiant de ces dernières, situé près de γ Andromède, est :

$$\alpha = 25^\circ. \qquad \delta = +43^\circ.$$

» Les étoiles filantes qui émanaient de γ Andromède étaient rouges, rapides et brillantes, tandis que celles qui sortaient de τ Andromède étaient moins rapides, faibles et rouge jaunâtre.

» Le 26 novembre, de 8^h à $11^h 15^m$, on a vu 4 météores de la constellation d'Andromède; le ciel fut couvert pendant la seconde moitié de la nuit.

» Le 27 novembre, de $6^h 30^m$ à 12^h, on a aperçu 9 météores, dont 4 émanant d'Andromède et 5 de Cassiopée. »

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur quelques propriétés de certains systèmes de cercles et de sphères.* Note de M. C. **Guichard**, présentée par M. Darboux.

« Je vais indiquer les principales propriétés des systèmes de cercles et de sphères définis dans ma Note du 13 novembre.

» Les sphères I sont des sphères-points, dont le centre M décrit un réseau de lignes de courbure. Les cercles focaux sont des cercles-points ayant pour centre M et situés dans les plans principaux de la surface (M).

» Il en résulte que les courbes I sont des cercles-points dont le centre M décrit un réseau de lignes de courbure, ces cercles étant situés dans le plan tangent à la surface (M). Les sphères focales passent par M et ont pour centres les centres de courbure G, G' de la surface M; ce sont les sphères osculatrices de la surface M.

» Si l'on désigne par Y_1, Y_2, Y_3; Z_1, Z_2, Z_3 les coordonnées de G et de G', par r et ρ les rayons de courbure correspondants, les coordonnées $\xi_1, \ldots, \xi_5$; $\eta_1, \ldots, \eta_5$ des deux sphères focales seront

$$\xi_1 = 2\mu Z_1, \qquad \xi_2 = 2\mu Z_2, \qquad \xi_3 = 2\mu Z_3,$$
$$\xi_4 = i\mu(Z_1^2 + Z_2^2 + Z_3^2 - \rho^2 + 1), \qquad \xi_5 = \mu(Z_1^2 + Z_2^2 + Z_3^2 - \rho^2 - 1),$$
$$\eta_1 = 2\lambda Y_1, \qquad \eta_2 = 2\lambda Y_2, \qquad \eta_3 = 2\lambda Y_3,$$
$$\eta_4 = i\lambda(Y_1^2 + Y_2^2 + Y_3^2 - r^2 + 1), \qquad \eta_5 = \lambda(Y_1^2 + Y_2^2 + Y_3^2 - r^2 - 1),$$

λ et μ étant des facteurs de proportionnalité auxquels il convient de donner les valeurs suivantes:

$$\lambda = \frac{1}{b(r-\rho)}, \qquad \mu = \frac{1}{a(\rho - r)};$$

$a^2\,du^2 + b^2\,dv^2$ étant le ds^2 de la représentation sphérique de la surface M; avec ce choix de valeurs pour λ et μ, on aura les équations

$$(1) \qquad \left\{ \begin{aligned} \frac{\partial \xi_i}{\partial v} &= n\eta_i, \qquad n = \frac{1}{\lambda}\frac{\partial \mu}{\partial v}, \\ \frac{\partial \eta_i}{\partial u} &= m\xi_i, \qquad m = \frac{1}{\mu}\frac{\partial \lambda}{\partial u}, \end{aligned} \right.$$

» Si l'on fait

$$\xi_6 = 2i\mu\rho, \qquad \eta_6 = 2i\lambda r,$$

on voit que $\xi_1, \xi_2, \ldots, \xi_6$; $\eta_1, \eta_2, \ldots, \eta_6$ représentent les paramètres directeurs des deux tangentes d'un réseau à ds^2 nul dans l'espace à six dimensions; ce qui est bien conforme à ce résultat que les cercles I correspondent aux réseaux de l'espace à cinq dimensions applicables sur un réseau à une seule dimension. Je montrerai plus tard comment de ces formules on peut déduire une démonstration très simple du théorème de Weingarten sur la déformation des surfaces.

» Les centres des sphères 2I décrivent des réseaux O ou 2O. Dans le premier cas, leur rayon est constant. Les sphères 2T sont celles pour lesquelles les lignes de courbure se correspondent sur les deux nappes de l'enveloppe.

» Les plans des courbes 2I enveloppent des réseaux O ou 2O; dans le premier cas, le rayon du cercle est constant; le centre du cercle est le point où le plan touche son enveloppe. Dans tous les cas, les pôles d'un cercle 2I décrivent des réseaux O.

» Les centres des sphères O décrivent un réseau C. Voici comment on les construit : Soient M et M′ deux points qui décrivent des réseaux applicables; on sait (théorème de M. Beltrami) que si une sphère S de centre M décrit une congruence, la sphère S′ de centre M′ et qui a même rayon que S′, décrit aussi une congruence. Si la sphère S′ passe par un point fixe, la sphère S décrit une congruence O et l'on obtient ainsi toutes les congruences O. Si la sphère S′ coupe orthogonalement une sphère fixe, la sphère S décrit une congruence 2O; enfin, si la sphère S est quelconque, la congruence S est 3O. On obtient ainsi des congruences 2O ou 3O qui sont particulières.

» Appelons *cercles correspondants* les cercles situés dans les plans tangents en M et M′ qui viennent coïncider quand on fait rouler M′ sur M; les cercles O de M correspondent aux cercles de M′ qui sont situés sur une sphère-point fixe; les cercles 2O de M correspondent aux cercles de M′ qui sont situés sur une sphère fixe.

» Les cercles O sont les cercles, trouvés par Ribaucour, qui sont normaux à une famille de surfaces.

» Il y a une remarque importante à faire : *L'inversion ne change pas la nature d'une congruence de cercles ou d'une congruence de sphères*, c'est-à-dire qu'une sphère pI se transforme par l'inversion en une congruence pI.

» Voici maintenant un Tableau qui donne les systèmes de cercles qui sont harmoniques ou conjugués aux divers systèmes de sphères :

Sphères.	Cercles conjugués.		Cercles harmoniques.	
I...........		O	1 cercle.....	I
			les autres ...	2I
2I..........	1 cercle.....	O	2...........	I
	les autres ...	2O	∞^1..........	2I
			les autres...	3I
3I..........	2 cercles....	O	∞^1..........	2I
	∞^1	2O	∞^2..........	3I
	les autres ...	3O	les autres ...	4I
O..........	∞^1	I		
	∞^2	2I	cercles......	C
	les autres ...	3I		
2O.........	∞^2	2I		
	∞^3	3I	1 cercle.....	C
	les autres...	4I	les autres ...	2C
C...........			∞^3..........	O
			∞^4..........	2O
			les autres ...	3O
2C.........			∞^4..........	2O
			∞^5..........	3O
			les autres ...	4O

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la théorie des ensembles.* Note de M. R. **Baire**, présentée par M. Picard.

« I. Dans ma Thèse de doctorat (*Annali di Matematica,* 1899), j'ai traité un certain nombre de questions relatives aux fonctions discontinues de variables réelles, et j'ai montré que leur solution est, en général, intimement liée à celles de certaines questions relatives à la théorie des ensembles de points; c'est ce qui a lieu, en particulier, pour la recherche des fonctions discontinues développables en séries de polynomes. En poursuivant les recherches indiquées au Chapitre III de ce travail, c'est-à-dire en essayant d'obtenir toutes les fonctions discontinues développables en séries doubles, triples, etc., de polynomes, j'ai été conduit à reconnaître que la théorie des ensembles de points, telle qu'elle est envisagée dans les Mémoires de MM. Cantor et Bendixson (*Acta mathematica,* t. II) et dans ma Thèse, devient insuffisante pour étudier ces nouvelles questions. Il y a

lieu de la remplacer par une théorie plus générale, construite sur des bases nouvelles, et qui comprendra, comme cas particulier, la théorie des ensembles de points dans un continu à n dimensions. Cette dernière théorie est dominée par la notion de *point limite;* c'est cette notion qu'il s'agit de transformer, de manière à la dégager, non seulement de l'intuition du continu, mais encore de la notion d'inégalité ou de grandeur relative de deux nombres.

» J'appellerai cette nouvelle théorie : *théorie des ensembles de suites d'entiers*. Je me propose d'en indiquer ici les principes et d'en énoncer quelques théorèmes, en mettant surtout en évidence ceux qui me sont utiles pour la théorie des fonctions. Je crois d'ailleurs que cette théorie peut présenter un certain intérêt en elle-même, indépendamment de ses applications.

» II. On appelle *groupe d'entiers d'ordre p* un système de p nombres entiers positifs rangés dans un ordre déterminé, soit $(\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_p)$; il y a des groupes d'ordres 1, 2, 3, ...; on convient de dire que le groupe d'ordre p $(\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_p)$ *est contenu* dans chacun des groupes (α_1), (α_1, α_2), ..., $(\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_{p-1})$. On appelle *suite d'entiers* une suite infinie d'entiers positifs rangés dans un ordre déterminé, soit

$$(\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_p, \ldots);$$

on convient de dire que cette suite *est contenue* dans chacun des groupes (α_1), (α_1, α_2), ..., $(\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_p)$, ...

» Si P est un ensemble de suites d'entiers, on dit qu'une suite A, faisant ou non partie de P, est *limite* pour P, si, quel que soit n, il y a dans P des suites autres que A contenues dans le même groupe d'ordre n que A (c'est-à-dire ayant en commun avec A les n premiers nombres). Un ensemble P de suites est dit *fermé,* s'il contient toutes ses suites limites. Un ensemble P fermé de suites est dit *parfait,* si chacune de ses suites est limite pour lui.

» Soit E un ensemble de groupes d'entiers; on dit que E est *complet* si, dès qu'un groupe g d'ordre p fait partie de E, les groupes d'ordres 1, 2, ..., $p-1$, qui contiennent g font aussi partie de E. Un ensemble complet E de groupes est dit *fermé,* si tout groupe g de E contient au moins un groupe d'ordre supérieur au sien contenu aussi dans E.

» Étant donné un ensemble complet E de groupes, il peut exister une suite A, telle que tous les groupes contenant A se trouvent dans E; l'ensemble F des suites, telles que A est dit *déterminé par l'ensemble de groupes* E; l'ensemble F, s'il existe, est fermé. Tout ensemble fermé de groupes E détermine un ensemble fermé de suites F; réciproquement,

étant donné un ensemble fermé de suites F, il existe un et un seul ensemble fermé de groupes E, déterminant F; il y a correspondance parfaite entre les divers ensembles fermés de groupes et les divers ensembles fermés de suites. Si F est parfait, on dira que l'ensemble de groupes correspondant E est parfait; pour qu'un ensemble de groupes E soit parfait, il faut et il suffit que tout groupe de E contienne au moins deux groupes d'un même ordre supérieur au sien et contenus aussi dans E.

» Soit P un ensemble de suites; l'ensemble P' des suites limites de P est dit l'ensemble *dérivé* de P; P' est fermé. On définit de même P'' dérivé de P', ..., $P^{(n)}$ dérivé de $P^{(n-1)}$, ..., puis P^{ω}, ensemble des suites contenues dans P^{n}, quel que soit n, ... et d'une manière générale P^{α}, α étant un nombre de la première ou de la deuxième classe.

» Si P est un ensemble fermé quelconque, il existe toujours un nombre α tel que $P^{\alpha} = P^{\alpha+1} = \ldots$; ou bien P est dénombrable, ou bien il se compose d'un ensemble dénombrable et d'un ensemble parfait.

» Considérons un ensemble parfait de groupes E, déterminant un ensemble parfait de suites F. On dit que l'ensemble de suites P, contenu dans F, est *non dense* dans F (ou dans E) si tout groupe de E contient au moins un groupe de E ne contenant aucune suite de P. On dit que P, contenu dans F, est *de première catégorie* par rapport à F s'il existe une infinité dénombrable d'ensembles P_1, P_2, ..., P_n, ..., dont chacun est non dense dans F, et tels que toute suite de P fait partie de l'un au moins des ensembles P_1, P_2, ..., P_n, ... Un ensemble qui n'est pas de première catégorie est dit *de seconde catégorie*.

» Un ensemble parfait de suites F est de seconde catégorie par rapport à lui-même.

» Si un ensemble Q contenu dans l'ensemble de suites F, déterminé par l'ensemble de groupes E, est de seconde catégorie, il existe un groupe g de E tel que, dans tout groupe de E contenu dans g, la portion de Q qui y est contenue est de seconde catégorie.

» Si P est de première catégorie, si Q est de seconde catégorie, F — P et Q ont des suites communes, qui constituent un ensemble de seconde catégorie.

» III. Nous considérerons des éléments constitués par une même lettre x affectée d'une infinité d'indices, ces indices étant des entiers positifs rangés dans un ordre déterminé : la forme générale de ces éléments sera $x_{\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_p, \ldots}$. Nous conviendrons de dire qu'un tel élément est contenu dans le groupe $(\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_p)$.

» Je me propose d'indiquer, dans une prochaine Note, quelques applications de la théorie précédente à la théorie des fonctions. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations différentielles du second ordre à points critiques fixes.* Note de M. **Paul Painlevé**, présentée par M. Appell.

« Considérons une équation

$$\frac{d^2Y}{dX^2} = R\left(\frac{dY}{dX}, Y, X\right), \tag{I}$$

où R est *rationnel* en $\frac{dY}{dX}$, *algébrique* en Y, *analytique* en X. J'ai formé explicitement toutes les équations (I) à points critiques fixes (*Comptes rendus*, 1898). Le problème inverse se pose naturellement : *L'équation* (I) *étant donnée, reconnaître si ses points critiques sont fixes.* J'ai résolu complètement ce problème dans le cas où R est *rationnel* en Y (*Comptes rendus*, 13 novembre 1899) : on sait alors reconnaître *algébriquement* (¹) si l'équation (I) a ses points critiques fixes et (quand il en est ainsi) la ramener par une transformation algébrique à un des vingt-trois types (intégrables ou irréductibles) que j'ai énumérés.

» Étudions maintenant le même problème en supposant R non plus rationnel, mais *algébrique* en Y. Tout d'abord R doit être de la forme

$$A(Y,X)Y'^2 + B(Y,X)Y' + C(Y,X),$$

et les fonctions algébriques A, B, C de Y (où X est regardé comme un paramètre) doivent s'exprimer rationnellement à l'aide soit d'un paramètre y, soit de y et de $\sqrt{y(y-1)[y-a(X)]}$ (²), la fonction $y(X)$ ayant des points critiques fixes en même temps que $Y(X)$. Dans le premier cas, si l'on substitue à Y la fonction y, on est ramené aux équations (I) où R est rationnel en y. Dans le second cas, posons $x = a(X)$ si $a(X)$ n'est pas

(¹) Par conditions (ou opérations) algébriques, j'entends des conditions (où des opérations) algébriques entre les coefficients $a(X)$, etc. de (I). De même, par transformation algébrique, j'entends une transformation $y = \varphi(Y, X)$, $x = \psi(X)$ où φ est algébrique en Y et où les fonctions φ, ψ de X s'expriment algébriquement à l'aide des $a(X)$ et de leurs dérivées.

(²) Ce qu'on sait reconnaître algébriquement.

une constante, et $x = X$ si a est constant; la nouvelle équation en $y(x)$ doit coïncider avec une des deux suivantes :

$$(24)\quad \begin{cases} y'' = y'^2\left[\dfrac{3y^2-2(1+\alpha)y+\alpha}{2P}+\dfrac{\beta}{\sqrt{P}}\right]+a(x)y'+b(x)\sqrt{P}, \quad \left[\text{ou } \dfrac{y'}{\sqrt{P}}=u,\ u'=\beta u^2+au+b\right], \\ \left[P\equiv y(y-1)(y-\alpha),\quad \alpha=\text{const. numérique},\quad \beta=0 \text{ ou } \dfrac{i\pi}{\omega},\quad 2\omega \text{ période de } \dfrac{dy}{\sqrt{P}}\right], \end{cases}$$

$$(25)\quad y''=\frac{y'^2}{2}\left(\frac{1}{y}+\frac{1}{y-1}+\frac{1}{y-x}\right)+y'\left(\frac{1}{x-y}+\frac{1}{1-x}-\frac{1}{x}\right)+\frac{y(y-1)}{2x(x-1)(y-x)}+a(x)\sqrt{y(y-1)(y-x)}.$$

» Nous arrivons donc à ce théorème : *Étant donnée une équation* (I), *on sait, à l'aide d'un nombre fini d'opérations algébriques* extrêmement simples, *reconnaître si elle a ses points critiques fixes et, quand il en est ainsi, la ramener à un des types* (1), (2), ..., (25). Il y a toutefois *un cas d'exception,* le cas où l'équation (I) se trouve ramenée au type (24) avec $\beta \neq 0$; la condition supplémentaire $\beta = \frac{i\pi}{\omega}$ est *transcendante.* Ce type (24) $\left(\text{où } \beta = \frac{i\pi}{\omega}\right)$ est le seul dont l'intégrale possède des singularités essentielles mobiles ; ces singularités sont des points essentiels *isolés.*

» Quant aux 25 types énumérés, d'après le Tableau que j'en ai donné, ils sont tous réductibles aux équations linéaires et aux quadratures, sauf les six types (25), (23), (22), (21), (20) et (19), qui se ramènent à *quatre types irréductibles,* à savoir le type bien connu (25) et les trois types :

$$y'' = 6y^2 + x, \qquad y'' = 2y^3 + xy + \alpha, \qquad y'' = y'^2 - \frac{yy'}{x} - \alpha y^4 - \frac{\beta y^3}{x} + \frac{\gamma y}{x} + \delta.$$

» L'intégrale des deux premiers est une fonction $y(x)$ *méromorphe dans tout le plan,* et il en est de même pour le troisième, si l'on prend comme nouvelle variable indépendante $\xi = \log x$. Les transcendantes uniformes ainsi engendrées sont irréductibles aux transcendantes classiques et se calculent à l'aide de *fonctions entières* qui vérifient (pour chacun des trois types) une équation très simple du 3e ordre, que j'ai déjà indiquée.

» Les résultats précédents résolvent plusieurs problèmes importants.

» Problème I. — *Former toutes les équations* (I), — *où* R *est rationnel en* Y', *algébrique en* Y et en X, — *dont les points critiques sont fixes.* Il suffit, dans les équations (1), (2), ..., (25) [le type (20) étant écarté], d'assujettir les fonctions arbitraires $a(x)$, ..., qui y figurent, à être algébriques, puis d'effectuer sur ces équations la transformation $Y = \varphi(y, x)$, $X = \psi(x)$, la plus générale, où φ et ψ sont algébriques en x et rationnels

soit en y, soit [pour les types (24) et (25)] en y et $\sqrt{y(y-1)(y-g)}$, g désignant x pour (25) et la constante α pour (24).

» Problème II. — *Former toutes les équations* $Y'' = R(Y', Y)$, — *où* R *est rationnel en* Y', *algébrique en* Y, *indépendant de* X, — *dont les points critiques sont fixes.*

» Il suffit d'écarter du Tableau des types (1), (2), ..., (25) les 7 types (25), (23), (22), (21), (20), (19) et (10), et de remplacer, dans les types restants, les fonctions arbitraires $a(x)$, ..., par des constantes; puis d'effectuer sur ces équations la transformation $Y = \varphi(y)$ la plus générale où φ est rationnel en y, ou [pour le type (24)] en y et $\sqrt{y(y-1)(y-\alpha)}$.

» D'après le Tableau même, ces équations se ramènent toutes *sans intégration* à une équation de Riccati, où une équation

$$\frac{dy}{\sqrt{y(y-1)(y-\alpha)}} = a(x)\,dx,$$

équations dont les coefficients sont des fonctions rationnelles de $x + x_0$, ou de $e^{g(x+x_0)}$ ou de $\gamma(x+x_0, g_2, g_3)$, $\gamma'(x+x_0, g_2, g_3)$. J'ai déjà établi ce dernier théorème (*Comptes rendus,* juillet 1894), mais par une méthode bien plus longue et compliquée.

» Je voudrais comparer enfin les résultats précédents avec quelques théorèmes généraux que j'ai établis sur les équations du second ordre à points critiques fixes

$$\text{(II)} \qquad F(y'', y', y, x) = 0,$$

F désignant un polynome en y'', y', y, analytique en x. Pour de telles équations, deux cas généraux sont à distinguer suivant que l'on peut ou non choisir les constantes d'intégration de façon qu'une au moins de ces constantes figure algébriquement dans $y(x)$. Dans le premier cas, j'ai montré que l'équation se ramène aux équations linéaires et aux quadratures; le second cas, le cas où $y(x)$ est une fonction *essentiellement transcendante* des deux *constantes,* peut seul conduire à des transcendantes uniformes nouvelles. Le Tableau (1) ... (25) fournit une vérification détaillée de ces théorèmes.

» Dans mes Leçons de Stockholm, j'ai de plus indiqué comme *vraisemblables* ces deux théorèmes :

» 1° Si l'intégrale de (II) a ses points critiques fixes mais présente des singularités essentielles mobiles, ces singularités sont des points essentiels *isolés* et l'équation n'est pas irréductible.

» 2° Si l'intégrale de (II) a ses points critiques fixes et est une fonction essentiellement transcendante des deux constantes, la surface algébrique $F=0$ (où X est un paramètre) correspond à un cylindre $v^2=u(u-1)(u-a)$ de l'espace (u, v, w).

» Ces deux théorèmes se trouvent démontrés rigoureusement pour les équations (II) *du premier degré en y''*. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Généralisation d'une formule de Gauss.* Note de M. E. **Busche**, présentée par M. Hermite.

« La formule très connue de *Gauss*

$$(1) \qquad \sum_{x=1}^{\frac{p-1}{2}} \mathcal{E}\left(\frac{qx}{p}\right) + \sum_{y=1}^{\frac{q-1}{2}} \mathcal{E}\left(\frac{py}{q}\right) = \frac{p-1}{2}\,\frac{q-1}{2},$$

où $\mathcal{E}(x)$ désigne l'entier contenu dans x, est le premier membre d'une longue série de théorèmes plus généraux dus à *Eisenstein, Dirichlet, Stern, Sylvester* et à beaucoup d'autres auteurs. C'est pourquoi j'espère que la formule (2) indiquée ci-dessous, qui me semble être la source de tous ces théorèmes, pourra intéresser les Géomètres.

» Soient

$$a_{\nu_a} < a_{\nu_a+1} < \ldots < a_{n_a}; \qquad b_{\nu_b} < b_{\nu_b+1} < \ldots < b_{n_b}; \qquad c_{\nu_c} < c_{\nu_c+1} < \ldots < c_{n_c}$$

des nombres réels représentés par des points d'une droite. Par $a_x(b)$ je désigne l'indice y du nombre b_y qui satisfait à la condition

$$b_y \leqq a_x < b_{y+1},$$

par $b_y(a)'$ l'indice x du nombre

$$a_x < b_y \leqq a_{x+1}.$$

» Les symboles $a_x(c)$, $b_y(c)'$, $c_z(a)'$, $c_z(b)'$ ont la signification correspondante. Une différence entre les symboles accentués et non accentués existe seulement au cas que deux ou trois des nombres a, b, c coïncident : un nombre c est regardé comme situé devant un nombre b ou a coïncidant avec c, et un nombre b comme situé devant un nombre a coïncidant avec b. Tous les nombres a, b, c sont contenus dans l'intervalle de α à $\beta > \alpha$ (α excl., β incl.), à l'exception de a_{ν_a}, b_{ν_b}, c_{ν_c} qui sont $\leqq \alpha$.

» En faisant usage de ces notations, on a l'équation suivante, où $\mathfrak{F}(x, y, z)$ est une fonction arbitraire des variables réelles x, y, z ;

$$(2)\quad \left\{\begin{aligned} &\sum_{x=\nu_a+1}^{n_a} \{\mathfrak{F}[x, a_x(b), a_x(c)] - \mathfrak{F}[x-1, a_x(b), a_x(c)]\} \\ &+ \sum_{y=\nu_b+1}^{n_b} \{\mathfrak{F}[b_y(a)', y, b_y(c)] - \mathfrak{F}[b_y(a)', y-1, b_y(c)]\} \\ &+ \sum_{z=\nu_c+1}^{n_c} \{\mathfrak{F}[c_z(a)', c_z(b)', z] - \mathfrak{F}[c_z(a)', c_z(b)', z-1]\} \\ &= \mathfrak{F}(n_a, n_b, n_c) - \mathfrak{F}(\nu_a, \nu_b, \nu_c). \end{aligned}\right.$$

» En effet, si, pour $\nu_a < x \leqq n_a$, on a $a_x(b) = y$, $a_x(c) = z$, un terme de la première somme sera $\mathfrak{F}(x, y, z)$. Le nombre a_x n'étant pas le plus grand de tous les nombres a, b, c, il y aura un nombre voisin à droite de a_x qui pourra être ou a_{x+1} ou b_{y+1} ou c_{z+1}. En tous cas, il y a évidemment un seul terme $-\mathfrak{F}(x, y, z)$ qui se trouve dans la première somme, si a_{x+1}, dans la seconde, si b_{y+1}, dans la troisième, si c_{z+1} est voisin de a_x. Ainsi, à chaque terme $\mathfrak{F}(x, y, z)$ de la partie à gauche de l'équation répond un seul terme égal et de signe contraire, à l'exception du terme $\mathfrak{F}(n_a, n_b, n_c)$, appartenant ou à la première, ou à la seconde, ou à la troisième somme, suivant que le nombre a_{n_a}, ou b_{n_b}, ou c_{n_c} est le plus grand de tous les nombres a, b, c. Le seul terme négatif qui reste est $-\mathfrak{F}(\nu_a, \nu_b, \nu_c)$.

» Il est clair qu'on peut écrire une formule tout à fait analogue à (2) avec deux ou plus de trois sommes, en faisant usage de deux ou plus de trois systèmes de nombres $a, b, c, d, \ldots$ et d'une fonction arbitraire $\mathfrak{F}(x, y)$ ou $\mathfrak{F}(x, y, z, u, \ldots)$.

» L'équation (1) est un cas particulier de (2). Prenons, pour le montrer, $\alpha = 0$, $\beta = \frac{1}{2}pq$, $a_x = qx$, $by = py$, où p et q sont deux nombres premiers impairs. On a maintenant

$$a_x(b) = \mathcal{E}\left(\frac{qx}{p}\right), \qquad b_y(a) = \mathcal{E}\left(\frac{py}{q}\right),$$

où l'accent de $b_y(a)$ peut être retranché, parce qu'aucun nombre a ne peut coïncider avec un nombre b. En posant $\mathfrak{F}(x, y) = xy$, la formule (1) résulte immédiatement.

» Pour faire une application plus générale de (2), désignons par $a(x)$, $b(x)$, $c(x)$ des fonctions continues, de telle sorte que leurs valeurs situées

entre les limites α et β croissent toujours lorsque x augmente, et par $A(x)$, $B(x)$, $C(x)$ les fonctions inverses de $a(x)$, $b(x)$, $c(x)$. Si l'on pose

$$a_x = a(x), \qquad b_y = b(y), \qquad \ldots,$$

on a, supposant $a_x(b) = y$,

$$b(y) \overline{\gtrless} a(x) < b(y+1),$$

d'où

$$y \overline{\gtrless} B[a(x)] < y+1,$$

ou

$$a_x(b) = \mathcal{E}[Ba(x)],$$

en écrivant $Ba(x)$ au lieu de $B[a(x)]$. De même, on obtient

$$b_y(a)' = \mathcal{E}[Ab(y)]', \qquad \ldots.$$

La fonction $\mathcal{E}(x)'$ désigne l'entier défini par

$$\mathcal{E}(x)' < x \overline{\gtrless} \mathcal{E}(x)' + 1.$$

» Comme on a

$$\nu_a = \mathcal{E}[A(\alpha)], \qquad n_a = \mathcal{E}[A(\beta)], \qquad \ldots,$$

on trouve de (2) l'équation suivante :

$$(3)\quad \left\{\begin{aligned} &\sum_{\mathcal{E}[A(\alpha)]+1}^{\mathcal{E}[A(\beta)]} (\mathfrak{F}\{x, \mathcal{E}[Ba(x)], \mathcal{E}[Ca(x)]\} - \mathfrak{F}\{x-1, \mathcal{E}[Ba(x)], \mathcal{E}[Ca(x)]\}) \\ &+ \sum_{\mathcal{E}[B(\alpha)]+1}^{\mathcal{E}[B(\beta)]} (\mathfrak{F}\{\mathcal{E}[Ab(y)]', y, \mathcal{E}[Cb(y)]\} - \mathfrak{F}\{\mathcal{E}[Ab(y)]', y-1, \mathcal{E}[b(y)]\}) \\ &+ \sum_{\mathcal{E}[C(\alpha)]+1}^{\mathcal{E}[C(\beta)]} (\mathfrak{F}\{\mathcal{E}[Ac(z)]', \mathcal{E}[Bc(z)]', z\} - \mathfrak{F}\{\mathcal{E}[A(z)]', \mathcal{E}[Bc(z)]', z-1\}) \\ &= \mathfrak{F}\{\mathcal{E}[A(\beta)], \mathcal{E}[B(\beta)], \mathcal{E}[C(\beta)]\} - \mathfrak{F}\{\mathcal{E}[A(\alpha)], \mathcal{E}[B(\alpha)], \mathcal{E}[C(\alpha)]\}. \end{aligned}\right.$$

» On pourrait déduire une formule sur la fonction $\mathcal{E}(x)$, plus générale que (3) de l'équation (2), si l'on supposait quelques-unes des fonctions $a(x)$, $b(x)$, ... décroissantes, lorsque x augmente, mais comme cela exigerait un calcul un peu long, je me borne à renvoyer le lecteur à un petit Mémoire : *Ein Beitrag zur Differenzenrechnung und zur Zalhen-theorie*, qui va paraître dans les *Mathematische Annalen*. J'y démontre une formule de *Dirichlet* de cette espèce (*Œuvres complètes*, t. II, p. 101), à l'aide d'un cas spécial de la formule (2). »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la transformation des fonctions abéliennes.* Note de M. G. HUMBERT, présentée par M. C. Jordan.

« Soit un système de fonctions abéliennes à deux variables, de périodes

$$\begin{matrix} 1 & 0 & g & h \\ 0 & 1 & h & g' \end{matrix};$$

supposons que l'on ait

$$g' = 3g; \tag{1}$$

à cette relation singulière entre les périodes répond, entre les modules des fonctions abéliennes, une relation qui est algébrique, et qu'on peut obtenir de la manière suivante :

» Considérons une conique, et faisons correspondre à chacune de ses tangentes, d'une manière univoque, un argument x; soient $x_1, \ldots, x_6$ les arguments de six tangentes. Le radical

$$\sqrt{(x - x_1)(x - x_2)\ldots(x - x_6)}$$

conduira à des fonctions abéliennes dont les périodes vérifient la relation (1) si les six tangentes peuvent se répartir en trois couples, A et A', B et B', C et C', de telle sorte qu'il existe un et un seul système simplement infini de cubiques planes passant par les sommets des trois couples et touchant en outre les six droites.

» Cette condition est équivalente à la suivante, moins symétrique, mais plus avantageuse pour le calcul : il existe une cubique et une seule, passant par les sommets des trois couples, ayant un point double au point d'intersection de A et de B, et touchant en outre les droites A', B', C et C'. Sous cette forme, on arrive à obtenir, sans trop de peine, la relation *modulaire* entre $x_1, x_2, \ldots, x_6$. Afin de simplifier, on peut supposer, comme on en a le droit,

$$x_1 = \infty, \qquad x_2 = 0, \qquad x_3 = 1, \qquad x_4 = k^2, \qquad x_5 = l^2, \qquad x_6 = m^2,$$

et si l'on fait pour abréger

$$k'^2 = m^2 \frac{1 - k^2}{m^2 - k^2}, \qquad l'^2 = m^2 \frac{1 - l^2}{m^2 - l^2},$$

l'équation modulaire entre k, l, m, qui correspond à la relation (1) entre

les périodes, est

$$(2)\qquad \begin{cases} (m^2 - klk'l')(l'k - lk') - 4mklk'l' \\ \quad = m(l'k + lk')^2(kk' - ll')\dfrac{1}{\sqrt{k^2 - l^2}\sqrt{k'^2 - l'^2}}. \end{cases}$$

» L'intérêt du cas particulier (1) considéré est qu'il fournit l'exemple le plus simple possible de ces *transformations singulières du premier ordre* dont j'ai déjà eu l'occasion de parler, et qui conduisent d'un système de fonctions abéliennes à des fonctions abéliennes de modules différents. Sous une autre forme, une surface hyperelliptique répondant à des modules k^2, l^2, m^2, qui vérifient (2), correspond point par point à une surface de modules k_1^2, l_1^2, m_1^2, sans que les systèmes de modules k^2, l^2, m^2 et k_1^2, l_1^2, m_1^2 puissent se ramener l'un à l'autre par une transformation du premier ordre ordinaire d'Hermite.

» Il s'agirait maintenant d'exprimer les modules k_1^2, l_1^2, m_1^2, *conjugués des modules* k^2, l^2, m^2, en fonction de ces derniers : je n'ai pas réussi, à cause de la longueur des calculs, à obtenir explicitement ces expressions qui paraissent, *a priori*, devoir être fort compliquées; mais la Géométrie en donne une représentation assez élégante.

» Supposons vérifiée l'équation (2), et formons, avec les trois couples de droites considérées plus haut, un hexagone (de Brianchon) en prenant ces droites dans l'ordre ABCA'B'C', de manière que deux droites d'un même couple, telles que A et A', soient des côtés opposés de l'hexagone : *il existe une courbe*, C_4, *du quatrième ordre, unicursale, inscrite et circonscrite à l'hexagone; les modules* k^2, l^2, m^2 *sont les rapports anharmoniques quatre à quatre des six côtés de l'hexagone considérés comme tangents à une conique; les modules conjugués*, k_1^2, l_1^2, m_1^2 *sont les rapports anharmoniques quatre à quatre des six sommets de l'hexagone, considérés comme situés sur la courbe unicursale* C_4. »

ÉLECTRICITÉ. — *Influence des rayons* X *sur la résistance électrique du sélénium* [1]. Note de M. **Perreau**, présentée par M. Mascart.

« L'intérêt que présente la connaissance de la nature des rayons X m'a conduit à chercher s'ils exercent sur la résistance électrique du sélénium

---

[1] Travail fait au laboratoire de Physique de la Faculté des Sciences de l'Université de Nancy.

l'influence singulière que produit la lumière, influence signalée en 1873 par W. Smith et utilisée par Graham Bell dans son radiophone en 1878.

» L'expérience a répondu affirmativement.

» La résistance du sélénium a été faite suivant la technique indiquée par M. Mercadier (rubans de laiton de $0^{mm},1$ d'épaisseur et de 2^{m} de long, papier parchemin de $0^{mm},4$ d'épaisseur). Elle était placée dans un circuit comprenant un élément Daniell, un commutateur, une boîte de résistances et un galvanomètre. Elle était contenue dans une boîte en zinc qu'on pouvait fermer avec une plaque mince d'aluminium.

» Au début, dans l'obscurité, la résistance était égale à 40000 ohms; à la lumière diffuse ou à celle d'un bec de gaz placé à $1^{m},50$, elle tombait rapidement à 33000 ohms, puis, placée de nouveau à l'obscurité, revenait à sa première valeur au bout d'un temps très court.

» Éclairée par des rayons X venant d'un tube de Crookes (tube Chabaud), dont l'anticathode était à une distance d'environ $0^{m},05$, elle diminuait rapidement jusqu'à 34000 ohms, éprouvait de part et d'autre de cette valeur de faibles variations tenant sans doute à celles de l'intensité des rayons fournis par le tube.

» Les rayons X supprimés, la résistance revenait à sa première valeur plus lentement qu'après l'action de la lumière ordinaire.

» Cette action diminue quand on éloigne le tube de Crookes; elle était encore sensible à une distance de $0^{m},17$. Elle varie avec la nature des corps interposés comme le fait prévoir leur transparence pour les rayons X. Aucun effet n'était sensible en interposant une lame de plomb de 1^{mm} d'épaisseur. Cette résistance de 40000 ohms au début a augmenté graduellement pour devenir égale à 55000 ohms dans l'obscurité au bout de six jours, mais présente toujours la même diminution sous l'influence des rayons X.

» J'ai fait agir aussi sur cette résistance des oscillations électriques à la fois pour voir s'il ne fallait pas se méfier d'un effet Branly et si les vibrations hertziennes produisaient une modification de la résistance du sélénium. Le résultat a été négatif, bien qu'un résonateur non à l'unisson du vibrateur donnât des étincelles au delà de la résistance du sélénium.

» Je me propose de construire des formes de résistances plus sensibles et aussi d'étudier cette même action des rayons X sur d'autres corps. »

PHYSIQUE. — *Sur la constatation de la fluorescence de l'aluminium et du magnésium dans l'eau et dans l'alcool sous l'action des courants de la bobine d'induction.* Note de M. **Thomas Tommasina**, présentée par M. A. Cornu.

« Au mois de juillet dernier, j'avais entrevu une faible fluorescence dans l'extrémité la plus large d'un tube focus rempli d'eau distillée en regardant

dans la direction du disque cathodique qui se trouvait à l'autre extrémité. J'ai repris l'étude de ce phénomène avec un tube ovoïde, de ceux créés par Crookes pour observer la phosphorescence de différents corps, dans l'air raréfié, sous l'action des rayons cathodiques.

» Dans cette ampoule remplie d'eau distillée, les électrodes en aluminium situées du même côté et formant deux miroirs concaves ont été reliées au pôle positif, tandis qu'un fil de platine servait de cathode. Ayant fait l'obscurité dans la salle, j'ai vu que les deux miroirs étaient devenus fluorescents. En augmentant l'intensité du courant, la lueur devint assez brillante pour illuminer non seulement l'eau et le verre de l'ampoule, mais aussi les objets proches. Ayant remplacé le fil de platine par un fil d'ammonium, je l'ai vu devenir lumineux, en même temps que les disques, lesquels, comme le fil, étaient recouverts d'un grand nombre de petites bulles gazeuses avec de minuscules étincelles; mais la fluorescence existait aussi dans les endroits où il n'y avait ni étincelles ni bulles. La luminosité ayant un caractère pulsatoire très prononcé, en faisant les interruptions du primaire à la main, j'ai constaté que l'extra-courant direct d'ouverture rendait lumineuse l'anode et celui de fermeture la cathode; c'est donc une fluorescence anodique. Bien que les deux électrodes semblent lumineuses en même temps, l'action est alternative en réalité.

» En approchant dans différentes positions un écran au platinocyanure de baryum, je n'ai pas aperçu de fluorescence. J'ai pu au contraire, dans l'obscurité absolue, photographier l'ampoule, dont les deux miroirs ont donné une faible image en quatre minutes de pose, et une très bonne en trente-deux minutes; dans cette dernière on voit, bien que très légèrement marqué, le contour de l'ampoule et un des fils conducteurs externes.

» Pour étudier le phénomène en variant les métaux et les liquides, j'ai adopté un récipient cylindrique en verre, dans lequel plongent parallèlement deux fils ou deux lames métalliques. Seuls, l'aluminium et, à un degré moindre, le magnésium deviennent lumineux. Le platine, l'argent, le cuivre, le laiton, le zinc, l'étain ne semblent rien produire. Pour les deux premiers, j'ai constaté aussi que la fluorescence augmente et devient plus blanche avec l'intensité du courant et diminue avec l'augmentation de la surface des électrodes.

» Dans un voltamètre, contenant deux lames rectangulaires de platine disposées parallèlement et fixées au fond par des conducteurs les reliant chacune à un serre-fils extérieur, j'ai placé entre les lames de platine une lame mince en aluminium. Faisant anode celle-ci et cathode l'une des lames de platine, l'aluminium ne devenait lumineux que sur la face en regard de la lame de platine en circuit. Lorsque les électrodes de platine étaient toutes les deux reliées au pôle négatif, l'anode d'aluminium devenait lumineuse sur ses deux faces. En laissant comme écran la lame d'aluminium hors circuit, l'une des lames de platine étant anode et l'autre cathode, j'ai vu la lame d'aluminium devenir encore lumineuse des deux côtés si elle était disposée parallèlement,

et seulement dans les parties les plus proches des électrodes de platine lorsqu'elle était hors de l'espace compris entre les premières et disposée normalement aux mêmes.

» Pour éviter les réflexions des parois en verre, j'ai répété les expériences dans une grande cuve rectangulaire en ébonite que j'ai divisée en long par une paroi étanche en fer-blanc épais.

» Les deux compartiments remplis d'eau ordinaire ont reçu chacun un fil d'aluminium, reliés l'un au pôle positif et l'autre au négatif de la bobine. Immédiatement les parties immergées des deux fils devinrent lumineuses avec dégagement de bulles gazeuses qui montaient à la surface, mais celles-ci sans aucune lueur visible. Ayant substitué à la lame métallique une autre lame en verre, j'ai encore observé la fluorescence des deux fils immergés un de chaque côté de la lame de verre sans la toucher.

» Une série d'expériences avec l'aluminium et le magnésium m'ont permis de constater que la lueur se manifeste même si les lames ont été polies, mais qu'elle se produit plus vite lorsque les lames, ayant déjà servi, sont couvertes d'une légère couche d'oxyde; dans ce cas, la lueur est plus vive. Ayant enlevé l'oxyde sur une partie d'une lame, j'ai observé que la partie polie devenait bien moins lumineuse que celle recouverte d'oxyde. On pourrait en déduire que l'oxyde joue un rôle, et même que c'est lui qui devient fluorescent.

» Quant aux liquides dans lesquels le phénomène se manifeste, les meilleurs sont l'eau distillée et l'alcool; viennent ensuite l'eau ordinaire et même l'eau contenant quelques gouttes d'acide sulfurique. Dans les huiles diélectriques telles que la vaseline, le pétrole, etc., je n'ai rien pu obtenir.

» Comme explication du phénomène, je serais disposé à admettre qu'il est produit pendant l'électrolyse par les décharges successives dans les deux sens, entre le métal et le liquide à travers la mince couche très diélectrique formée par l'oxyde. Le passage du flux électrique à travers l'oxyde serait la cause directe de la fluorescence. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Dissociation par l'eau de l'iodomercurate d'ammoniaque et de l'iodomercurate de potasse.* Note de M. **Maurice François**, présentée par M. Henri Moissan.

« L'étude de l'action de l'eau sur l'iodomercurate d'ammoniaque et sur l'iodomercurate de potasse montre que la décomposition de ces sels par une quantité d'eau limitée obéit aux lois de la dissociation des sels par l'eau, lois établies par M. Ditte. C'est ce résultat que je voudrais présenter dans cette Note.

IODOMERCURATE D'AMMONIAQUE : HgI^2AzH^4I, H^2O.

» *Décomposition complète.* — C'est celle qui se produit quand on verse de l'eau en grande quantité sur les cristaux de HgI^2AzH^4I,H^2O; soit, par exemple, 100^{cc} d'eau sur 5^{gr} de ce corps. Il se dépose HgI^2 rouge surmonté par une liqueur jaune, solution saturée de HgI^2 dans AzH^4I [1].

» *Décomposition limitée.* — Elle se produit quand on verse une quantité très faible d'eau sur l'iodomercurate; soit, pour fixer les idées, 5^{cc} d'eau sur 25^{gr} d'iodomercurate (avec 20^{cc} d'eau pour 25^{gr} de sel, la décomposition est déjà complète pour la température de 20°). Il se produit de l'iodure mercurique qui se dépose mêlé de cristaux inaltérés d'iodomercurate conservant leur couleur; le dépôt est surmonté d'un liquide jaune. La décomposition est donc limitée; il se produit un état d'équilibre et la composition du liquide reste constante lorsqu'on fait varier les quantités d'eau ajoutées, aussi longtemps qu'il reste des cristaux d'iodomercurate non décomposés.

» Dans cette décomposition limitée, il est à remarquer que le liquide, séparé des cristaux d'iodomercurate et d'iodure mercurique qu'il baignait, laisse déposer abondamment des cristaux d'iodomercurate par le moindre refroidissement (refroidissement d'un demi-degré). Ce fait, qui force à opérer les déterminations à une température absolument constante, semble avoir une certaine valeur pour établir que, au moment de l'équilibre, le liquide est une solution saturée de HgI^2AzH^4I, H^2O dans l'iodure d'ammonium provenant de la dissociation.

» Dans une série de tubes à essai bouchés, placés dans un étuve bien réglée à 20°, on met 25^{gr} d'iodomercurate d'ammoniaque crist. Dans chacun des tubes, on verse, en une seule fois, un certain volume d'eau préalablement portée à 20°. Après quarante-huit heures de contact et agitation fréquente, on prélève directement sur le liquide surnageant limpide 1^{cc} de liqueur pour y doser, par électrolyse, le mercure et l'iode; 1^{cc} pour y doser l'ammoniaque. On transforme ensuite, par calcul, le mercure en iodure mercurique, puis, retranchant l'iode combiné au mercure de l'iode total dosé, on a l'iode à l'état d'iodure d'ammonium.

« Résultats trouvés :

25^{gr} iodomercurate HgI^2AzH^4I, H^2O; $T^o = 20°$.

	Eau employée.	HgI^2 dans 100^{cc}.	AzH^4I dans 100^{cc}.
	cc	gr	gr
I	5	61,800	30,409
II	7	61,120	30,409
III	10	61,199	30,825

(1) *Comptes rendus*, t. CXXVIII, p. 1456.

» Si l'on admet que, dans l'état d'équilibre, tout le mercure dissous est à l'état de HgI^2AzH^4I, H^2O, et si l'on se sert des chiffres précédents pour calculer les quantités de HgI^2AzH^4I, H^2O et de AzH^4I libre dans la liqueur, on a :

	HgI^2AzH^4I, H^2O dans 100cc.	AzH^4I libre dans 100cc.
I.	83,980	10,674
II.	83,062	10,869
III.	83,169	11,281

» *Action inverse.* — Elle a été pratiquée en mettant en contact avec un excès d'iodure mercurique des solutions d'iodure d'ammonium contenant de 35gr à 80gr d'iodure d'ammonium par 100cc, et laissant quarante-huit heures à 20° avec agitations fréquentes. L'iodure d'ammonium forme avec l'iodure mercurique de l'iodomercurate qui se dépose en cristaux; il reste un excès d'iodure mercurique.

» L'état d'équilibre étant atteint, on a trouvé :

HgI^2 dans 100cc.	AzH^4I dans 100cc.
61gr,263	30gr,488

et en faisant le calcul ci-dessus indiqué :

HgI^2AzH^4I, H^2O dans 100cc.	AzH^4I libre dans 100cc
83gr,256	10gr,919

IODOMERCURATE DE POTASSE : $HgI^2KI, 1,5H^2O$.

» L'étude de l'action de l'eau sur ce corps a été conduite comme celle de l'iodomercurate d'ammoniaque et donne lieu aux mêmes remarques.

» *Décomposition complète.* — Elle se produit quand on verse une grande quantité d'eau sur l'iodomercurate de potasse : soit 100cc d'eau sur 5gr de ce corps. Il se dépose de l'iodure mercurique; le liquide surnageant est une solution saturée de HgI^2 dans KI.

» *Décomposition limitée.* — 25gr iodomercurate $HgI^2KI, 1,5H^2O$; T° = 20°.

	Eau ajoutée.	HgI^2 dans 100cc.	KI dans 100cc.
	cc	gr	gr
I.	2,5	116,11	62,722
II.	3,5	116,22	63,036
III.	5	116,45	62,657

» Si l'on admet que tout le mercure dissous est à l'état de $HgI^2KI, 1,5H^2O$ et si l'on calcule les quantités de ce sel dissous et de KI libre, on a :

	$HgI^2KI, 1,5H^2O$ dans 100cc.	KI libre dans 100cc.
	gr	gr
I.	165,45	20,285
II.	165,60	20,560
III.	165,94	20,094

» *Action inverse.* — On la pratique en mettant au contact d'un excès d'iodure mercurique, à la température de 20°, des solutions d'iodure de potassium pur contenant 90gr à 100gr d'iodure de potassium par 100cc. On trouve après équilibre :

HgI^2 dans 100cc.	CI dans 100cc.
116gr,45	62gr,814

et en faisant le calcul ci-dessus indiqué :

HgI^2KI, 1,5 H^2O dans 100cc.	KI libre dans 100cc.
165gr,94	20gr,251

» Dans le but de contrôler les résultats ci-dessus, j'ai déterminé pour la température de 20° la solubilité de l'iodure mercurique dans des solutions d'iodure d'ammonium de richesse croissante; puis, la solution d'iodomercurate HgI^2AzH^4I, H^2O dans des solutions d'iodure d'ammonium de plus en plus concentrées. Ces deux séries de déterminations ont fourni deux courbes régulières dont le point commun correspond à l'état d'équilibre étudié plus haut, que l'on retrouve deux fois par ce procédé. Faisant alors agir sur une quantité fixe d'iodomercurate HgI^2AzH^4I, H^2O crist., des quantités d'eau croissantes, analysant les liquides pour avoir la teneur en iodure mercurique et en iodure d'ammonium, j'ai obtenu une courbe qui concorde bien avec la première; c'est-à-dire avec celle qui exprime la solubilité de l'iodure mercurique dans des solutions d'iodure d'ammonium de richesse croissante.

» Le même travail a été fait pour l'iodomercurate de potasse.

» *Conclusions.* — La décomposition de l'iodomercurate d'ammoniaque HgI^2AzH^4I, H^2O par de faibles quantités d'eau est limitée et réversible; elle obéit aux lois de la dissociation des sels par l'eau. Il en est de même de la décomposition de l'iodomercurate de potasse HgI^2KI, 1,5 H^2O. Lorsque l'état d'équilibre est atteint, la liqueur contient une quantité de AzH^4I ou de KI libre constante pour une température donnée. »

THERMOCHIMIE. — *Sur les chaleurs de neutralisation fractionnée de l'acide carbonylferrocyanhydrique, comparées à celles de l'acide ferrocyanhydrique.* Note de M. **J.-A. Muller.**

« En neutralisant par quarts l'acide ferrocyanhydrique par la potasse, j'ai obtenu, pour une molécule-gramme de cet acide, en solution très

étendue et vers 18°,6, les résultats suivants (1) :

	Cal
Première fraction	14,15
Deuxième »	13,86
Troisième »	14,07
Quatrième »	14,10
Total, pour $H^4Fe\overline{CAz}^6 = 216^{gr}$	56,18 (2)

» D'autre part, les neutralisations par tiers de l'acide carbonylferrocyanhydrique par la potasse et par la baryte, dans les mêmes conditions de dilution, m'ont fourni les nombres que voici :

	Neutralisation par la potasse (vers 19°,6).	Neutralisation par la baryte (vers 17°,4).
	Cal	Cal
Première fraction	14,07	14,08
Deuxième »	13,87	14,14
Troisième »	13,96	13,95
Total, pour $H^3FeCO\overline{CAz}^5 = 217^{gr}$	41,90	42,17

» Deux autres déterminations m'ont donné, pour la chaleur de neutralisation totale de l'acide carbonylferrocyanhydrique par la potasse, respectivement $42^{Cal},06$ à 19°,5 et $41^{Cal},98$ à 19°,1, Enfin, en neutralisant totalement le même acide par la baryte, j'ai trouvé $42^{Cal},42$ à 18°,7. On peut donc prendre, en moyenne, pour la chaleur de neutralisation de l'acide carbonylferrocyanhydrique par la potasse, en solution très étendue et vers 19°,4, le nombre $41^{Cal},98$ et pour sa chaleur de neutralisation par la baryte, vers 18°, $42^{Cal},29$.

» Les déterminations calorimétriques qu'on vient de relater conduisent aux conclusions suivantes :

» 1° L'acide carbonylferrocyanhydrique est un acide fort, au même titre que l'acide ferrocyanhydrique, car les neutralisations de ces acides par les bases fortes dégagent, en solutions très étendues et à la température ordinaire, environ 14^{Cal} par atome-gramme d'hydrogène neutralisé;

(1) Les détails de mes expériences calorimétriques devant être publiés dans les *Annales de Chimie et de Physique*, je n'en donne ici que le résumé.

(2) M. Joannis a trouvé (*Annales de Chim. et de Phys.*, 5e série, t. XXVI, p. 515; 1882) pour la chaleur de neutralisation totale de 108^{gr} d'acide ferrocyanhydrique, par la potasse en solution, vers 11°,5, le nombre $27^{Cal},75$ qui est voisin de la moitié de $56^{Cal},18$, soit $28^{Cal},09$.

» 2° La chaleur dégagée, par atome-gramme d'hydrogène, dans la neutralisation de l'acide carbonylferrocyanhydrique par la potasse ou par la baryte étant la même, ou sensiblement, que celle obtenue avec l'acide ferrocyanhydrique, dans les mêmes conditions, il en résulte que la substitution, dans la molécule de ce dernier acide, d'un groupe CAzH divalent par du carbonyle n'a pas d'influence sensible sur l'énergie acide des atomes d'hydrogène qui restent dans la molécule d'acide carbonylferrocyanhydrique formé. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur de nouvelles combinaisons de l'anhydride phosphorique avec le benzène*. Note de M. **H. Giran**.

« J'ai signalé, dans une Note parue antérieurement ([1]), l'existence d'une combinaison de l'anhydride phosphorique avec le benzène. L'étude de l'action réciproque de ces deux corps m'a fourni de nouveaux composés.

» J'indiquais dans cette Note que, si l'on chauffe à 110°-120°, pendant plusieurs heures, un mélange d'anhydride phosphorique et de benzène (1 molécule de P^2O^5 pour 3 molécules de C^6H^6), on obtient un corps rouge brique, un peu soluble dans l'alcool, et que cette dissolution dans l'alcool, traitée par le carbonate de baryum ou l'éthylate de baryte, donne un sel dont la composition correspond à la formule

$$C^6H^2P^8O^{20}Ba^2.$$

» Ce serait le sel de baryum de l'acide, $C^6H^2\equiv(P^2O^5H)^4$, que j'ai appelé *acide benzène-tetradimétaphosphorique*, et qui peut être considéré comme résultant de l'union de $C^6H^6 + 4P^2O^5$. Je n'ai pas encore pu isoler cet acide, qui est caractérisé seulement par un sel de baryum.

» I. J'ai repris l'étude du composé rouge brique que l'on obtient, dans l'expérience précédente, en chauffant du benzène avec de l'anhydride phosphorique. Il est insoluble dans le benzène, dans l'éther, le sulfure de carbone, le chloroforme. Il est très déliquescent et se dissocie rapidement à l'air libre. Le meilleur moyen de le conserver quelque temps consiste à le mettre dans un large tube de verre entre deux couches de kaolin bien sec, suivant la méthode imaginée par M. Recoura; le tube est ensuite soigneusement bouché. Dans ces conditions, le kaolin absorbe tout l'excès de benzène dont le produit est imprégné et, au bout de un jour ou deux, celui-ci s'est transformé en une poudre rouge brique.

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 592; 21 février 1898.

» Cette poudre est très déliquescente et altérable à l'air. L'eau la décompose, en donnant de l'acide phosphorique et du benzène.

» L'analyse montre qu'on doit la représenter par la formule

$$P^2O^5, C^6H^6.$$

» La constitution de ce corps pourrait s'expliquer en le considérant comme dérivé, par substitution, de l'acide dimétaphosphorique

```
   PO——OH
O<      >O
   PO——OH
```

et en le représentant par la formule développée

```
   PO——C⁶H⁵
O<      >O
   PO——OH
```

ou, plus simplement,

$$C^6H^5 - P^2O^5H.$$

Ce serait l'*acide benzène-monodimétaphosphorique.*

» Si l'on se reporte à l'expérience qui fait l'objet d'une Note précédente et que j'ai résumée au début de celle-ci, on voit que le sel de baryum obtenu dans cette expérience ne correspond pas du tout à l'acide d'où l'on est parti. Il y a lieu d'admettre que l'acide benzène-monodimétaphosphorique, très aisément dissociable à l'air libre, se dissocie aussi dans sa dissolution alcoolique en donnant du benzène et de l'acide benzène-tétradimétaphosphorique, qui serait stable dans ces conditions

$$4(C^6H^5 - P^2O^5H) = C^6H^2 \equiv (P^2O^5H)^4 + 3C^6H^6.$$

» J'ai également essayé de caractériser l'acide benzène-monodimétaphosphorique par son sel ammoniacal.

» Pour obtenir cette combinaison, on met l'acide dans un flacon avec un grand excès de benzène et l'on fait passer un courant de gaz ammoniac sec. On voit la masse s'épaissir et devenir jaune. On agite fréquemment le flacon, jusqu'à ce que le gaz ammoniac ne soit plus absorbé.

» Le produit obtenu est jaune foncé. On peut le dessécher et le conserver dans un tube de verre entre deux couches de kaolin sec. Il est très déliquescent; l'eau le décompose, en donnant du phosphate d'ammonium et du benzène.

» Sa décomposition répond à la formule $C^6H^5 - P^2O^5AzH^4$. C'est donc le *benzène-monodimétaphosphate d'ammonium.*

» Quand on traite l'acide benzène-monodimétaphosphorique par des

dissolutions de soude, de potasse, d'ammoniaque, de carbonates de sodium, de potassium, etc., il se forme des précipités jaunes qui se décomposent rapidement sous l'action de l'eau. Ces précipités sont, sans doute, les *benzène-monodimétaphosphates de sodium, de potassium, d'ammonium*, etc., mais il est impossible de les recueillir.

» II. Quand on chauffe le même mélange de benzène et d'anhydride phosphorique pendant plusieurs heures à une température plus élevée (200°-210°), il se forme un composé différent de celui que je viens de décrire. Ce nouveau corps est jaune. Il possède des propriétés analogues à celles de l'acide benzène-monodimétaphosphorique : il est solide, insoluble dans le benzène, l'éther, le sulfure de carbone, le chloroforme; très peu soluble dans l'alcool. Il est très déliquescent, décomposable par l'eau, en benzène et acide phosphorique. On le conserve dans un tube de verre, entre deux couches de kaolin sec.

» L'analyse montre qu'il résulte de l'union de

$$C^6H^6 + 3P^2O^5.$$

» Sa constitution peut s'expliquer par la formule

$$C^6H^3\begin{cases}P^2O^5H\\P^2O^5H,\\P^2O^5H\end{cases}$$

c'est l'*acide benzène-tridimétaphosphorique*.

» Cet acide, placé dans un flacon en présence d'un grand excès de benzène et agité fréquemment, absorbe le gaz ammoniac en donnant un corps solide, jaune clair. Quand il n'absorbe plus de gaz, on le place entre deux couches de kaolin, dans un tube de verre. Au bout de quelques jours, quand la matière solide est bien débarrassée de l'excès de benzène qui l'imprégnait, on l'analyse. On trouve que sa composition répond à la formule

$$C^6H^3\begin{cases}P^2O^5AzH^4\\P^2O^5AzH^4,\\P^2O^5AzH^4\end{cases}$$

c'est le *benzène-tridimétaphosphate d'ammonium*.

» L'acide benzène-tridimétaphosphorique, traité par des dissolutions de soude, de potasse, de carbonates de sodium, de potassium, etc., y produit des précipités jaune clair, rapidement décomposés par l'eau, et qui paraissent être les sels de sodium, de potassium, etc. de l'acide benzène-tridimétaphosphorique, mais que je n'ai pu isoler.

» J'ai constaté que le toluène, le xylène, l'anthracène et d'autres carbures analogues s'unissent aussi à l'anhydride phosphorique, et plusieurs d'entre eux même à froid, pour donner des combinaisons qui paraissent du même genre que les précédentes, et dont je poursuis l'étude. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Préparation des orthoquinones tétrachlorées et tétrabromées, en partant des gaïacols et vératrols tétrahalogénés correspondants.* Note de M. **H. Cousin**, présentée par M. Moissan.

« La découverte des premiers corps appartenant à la série de l'orthoquinone $C^6H^4O^2$ (o = o en 1 et 2) est due à M. Zincke ([1]), qui obtint les orthoquinones tétrachlorées et tétrabromées en partant des pyrocatéchines substituées correspondantes. En traitant, par exemple, une solution acétique de pyrocatéchine tétrachlorée $C^6Cl^4(OH)^2$ par l'acide nitrique, celui-ci agit comme oxydant, enlève H^2 à la pyrocatéchine tétrachlorée et donne l'orthoquinone tétrachlorée $C^6Cl^4O^2$.

» J'ai eu l'idée d'appliquer la réaction de Zincke aux gaïacols et vératrols tétrahalogénés et j'ai constaté que dans tous les cas il y avait formation de ces mêmes orthoquinones.

» *Gaïacol tétrachloré.* — Je triture 10^{gr} de gaïacol tétrachloré $C^6Cl^4 - OCH^3 - OH$ avec 20^{cc} d'acide acétique cristallisable et j'ajoute peu à peu 10^{cc} d'acide azotique ordinaire; le mélange se colore en rouge foncé et bientôt il se dépose une poudre cristalline rouge; j'ajoute de l'eau peu à peu pour achever la précipitation et recueille le précipité que je dessèche dans le vide. Pour purifier le produit obtenu, je le dissous dans l'éther dans lequel il est très soluble ; par évaporation spontanée, l'éther abandonne de gros cristaux rouge foncé sous une petite épaisseur, brun noir en masse.

» L'aspect de ces cristaux est le même que celui de l'orthoquinone tétrachlorée $C^6Cl^4O^2$; leur point de fusion 130° est identique à celui donné par Zincke pour $C^6Cl^4O^2$. Des analyses confirment ces données et montrent que le corps obtenu dans l'action de l'acide nitrique sur le gaïacol tétrachloré est bien l'orthoquinone tétrachlorée.

» J'ai constaté que cette quinone donne facilement avec la benzine une combinaison moléculaire de formule $C^6Cl^4O^2 + 3C^6H^6$. Cette combinaison cristallise en gros prismes allongés rouge vif; abandonnée à l'air, elle perd rapidement la benzine et il reste une poudre rouge violacé qui est l'orthoquinone tétrachlorée.

» *Vératrol tétrachloré.* — La réaction est plus difficile que dans le cas du gaïacol correspondant et l'acide nitrique ordinaire n'attaque pas à froid le vératrol tétrachloré. Si l'on chauffe au bain-marie un mélange de vératrol tétrachloré, acide acétique et acide nitrique, au bout de quelque temps le mélange se colore en rouge, mais la proportion de quinone formée est très faible. J'ai dû opérer de la façon suivante : 10^{gr} de vératrol tétrachloré sont finement pulvérisés et triturés avec 20^{cc} d'acide nitrique fumant ; bientôt le mélange se colore en rouge foncé, il y a dégagement de

---

([1]) *Berichte,* t. XX, p. 1777.

vapeurs rutilantes et peu à peu le tout se dissout. J'ajoute alors de l'eau et je traite par la benzine dans une boule à décantation : la solution benzénique évaporée laisse déposer les prismes caractéristiques de la combinaison de l'orthoquinone tétrachlorée et de benzine $C^6Cl^4O^2+3C^6H^6$. Je décante les eaux-mères, je lave avec un peu de benzine et, après évaporation, j'obtiens une poudre que je purifie par cristallisation dans l'éther. Je me suis assuré, par l'étude des propriétés et par des analyses, que le corps formé par cette réaction était bien l'orthoquinone tétrachlorée $C^6Cl^4O^2$.

» *Gaïacol tétrabromé.* — J'ai opéré comme dans le cas du gaïacol tétrachloré; dans le mélange de gaïacol tétrabromé, acide acétique et acide nitrique ordinaire, il se dépose au bout de peu de temps une poudre brune qui est desséchée et purifiée par cristallisations dans le chloroforme. J'obtiens ainsi des cristaux aplatis, brun foncé, paraissant noirs vus en masse; leur point d'ébullition, 149°-150°, est celui de l'orthoquinone tétrabromée; des analyses confirment ces résultats.

» *Vératrol tétrabromé.* — Comme dans le cas du vératrol tétrachloré, j'emploie comme oxydant l'acide nitrique fumant; le mélange de vératrol tétrabromé et acide nitrique se colore bientôt en rouge foncé et le tout se dissout : j'ajoute de l'eau et j'extrais par le chloroforme. Les cristaux obtenus sont purifiés par une seconde cristallisation. J'obtiens ainsi de l'orthoquinone tétrabromée $C^6Br^4O^2$.

» Les rendements en orthoquinones, en partant des gaïacols halogénés, sont satisfaisants; il n'en est pas de même en partant des vératrols, car une grande partie des orthoquinones formées est détruite par l'action de l'acide nitrique fumant.

» Il résulte des faits que je viens d'exposer que l'acide nitrique saponifie d'abord les gaïacols et vératrols tétrachlorés et tétrabromés, et les transforment en pyrocatéchines substituées : celles-ci sont alors oxydées et donnent les quinones correspondantes.

» Je me propose d'étudier cette réaction dans le cas des autres gaïacols et vératrols halogénés, ainsi que des éthers correspondants des autres diphénols. »

PHYSIOLOGIE MÉDICALE. — *Un cas d'hémiplégie hystérique guéri par la suggestion hypnotique et étudié par la Chronophotographie.* Note de M. G. **Marinesco**, présentée par M. Marey.

« Une femme de 28 ans, mariée à 15 ans, était sujette à divers accidents nerveux et à des syncopes, quand elle éprouvait des émotions. Le 5 août de cette année, à propos d'une discussion avec son mari, elle fut prise d'un tremblement de la moitié droite du corps, puis d'un mutisme absolu, suivi d'une nouvelle syncope. Au réveil, le mutisme persistait et la malade présentait une hémiplégie du côté droit. La parole revint, mais l'hémiplégie persista sans qu'il y eût, cependant, déviation de la face.

» Au commencement de septembre, l'hémiplégie persistait, quoiqu'à un degré moindre; le bras droit n'avait que des mouvements restreints; la main, tout en con-

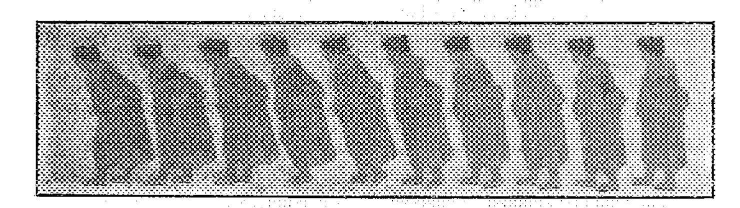
servant le mouvement des doigts, ne développait aucune pression sensible au dynamomètre. A la jambe, sensation d'engourdissement et de fourmillement; les mouvements de flexion du genou et de la cheville étaient à peu près abolis.

» Hémianesthésie sensitivo-sensorielle du côté droit; abolition du réflexe plantaire, conservation du réflexe rotulien et des réflexes tendineux du membre supérieur.

» Intelligence conservée, très vive même. Il s'agissait donc bien d'une hémiplégie hystérique.

» La façon dont marchait cette malade répondait bien aux caractères que Todd et Charcot ont assignés à l'hémiplégie hystérique. J'en ai voulu fixer les phases par la Chronophotographie. Les *fig.* 1 et 2 correspondent à cette marche pathologique.

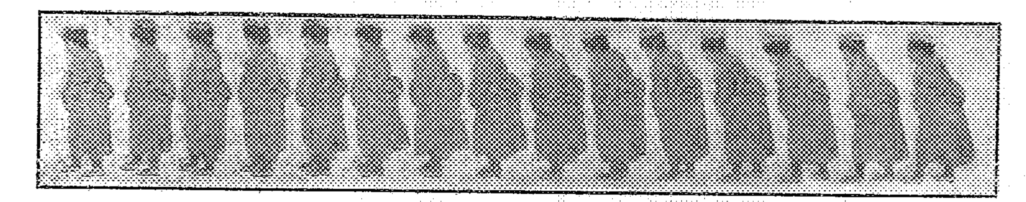
Fig. 1.



Jambe malade au levé; première phase du pas.

» Or, comme les cas de ce genre sont de ceux qui peuvent guérir par la suggestion, je mis cette femme en état d'hypnotisme et lui suggérai l'idée que ses membres n'étaient plus engourdis et qu'elle pouvait marcher.

Fig. 2.



Jambe malade au levé; seconde phase du pas.

» La malade, effectivement, a recouvré la marche, et sa guérison s'est maintenue jusqu'à ce jour, c'est-à-dire depuis deux mois, avec disparition successive de tous les stigmates hystériques.

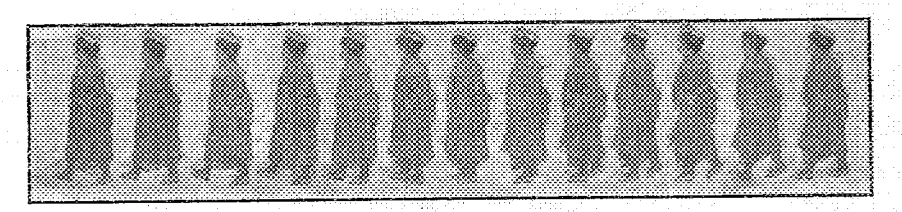
» L'étude chronophotographique de la marche après guérison est représentée *fig.* 3.

» J'essayerai d'analyser, d'après ces figures, les caractères de la marche hystérique

que l'œil ne peut apprécier directement, et qui diffèrent sur quelques points de la description donnée par Todd.

» Et d'abord, pour faciliter cette analyse, au lieu de considérer le *pas* du physiologiste, c'est-à-dire la série des mouvements exécutés pendant le temps où l'un des

Fig. 3.



Marche après guérison.

pieds, partant d'une attitude, revient à cette même attitude, je n'envisage, avec P. Richer, qu'un *demi-pas*. Dans la série des mouvements que fait l'un des pieds pour aller se placer devant l'autre, je distingue, dans leur ordre de succession, les phases suivantes : 1° *période de double appui*, les deux pieds posant sur le sol ; 2° *pas postérieur*, partie de l'oscillation du membre depuis son départ jusqu'à : 3° *passage du pied par la verticale ;* puis le pied, achevant son oscillation, exécute : 4° le *pas antérieur*.

» Dans toute son oscillation, le pied du côté paralysé garde la même attitude (*fig.* 1), à cause de l'immobilité de l'articulation tibio-tarsienne; parfois, cependant, quand le pied quitte le sol, le talon se soulève un peu avant la pointe. Dans le reste de son oscillation, le pied malade rase le sol par une sorte de glissement. Au moment du passage du pied oscillant par la verticale, la jambe portante est manifestement fléchie.

» Le tronc se penche en avant et s'incline du côté de la jambe portante au début de l'oscillation, puis, au moment du passage par la verticale, se redresse à peu près complètement.

» Quand la jambe malade appuie sur le sol (*fig.* 2), la jambe saine oscillante est légèrement fléchie comme dans la marche normale, au moment où le pied va se détacher du sol, le talon se relève d'une manière sensible, tandis que la pointe est abaissée; la deuxième partie de l'oscillation est plus brève que la première, ce qui est l'inverse de ce que l'on observait dans la *fig.* 1.

» Le tronc se porte en avant et continue à s'incliner après le passage de la jambe saine par la verticale; il ne s'incline que faiblement du côté de la jambe malade portante.

» La *fig.* 3 montre la marche de la malade après guérison; on y trouve les caractères de la marche normale; cette figure, rapprochée des précédentes, est bien propre à faire saisir les caractères de la marche hémiplégique.

» L'examen des figures chronophotographiques montre que le type de

la marche des hémiplégiques hystériques est sensiblement plus compliqué que celui que les cliniciens admettent d'après Todd. La malade ne traîne pas simplement la jambe paralysée, mais le transport de ce membre se fait péniblement et est secondé par les inclinaisons du tronc en avant et latéralement. En outre, dans l'appui sur le membre malade, la jambe saine accomplit très rapidement la seconde phase de son oscillation. »

ZOOLOGIE. — *Observations biologiques sur le* Peripatus capensis *Grube.* Note de M. **E.-L. Bouvier**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« Parmi les formes zoologiques qui servent d'intermédiaire entre deux grands groupes du règne animal, les *Peripatus* méritent, au point de vue de l'intérêt scientifique, d'être rangés au premier rang. Arthropodes par leur chitine, par leur vaisseau dorsal et par leurs trachées, ils se rattachent aux Vers par le reste de leur organisation et, de la sorte, relient l'un à l'autre, deux immenses embranchements. Les études, jusqu'ici entreprises, ont fait largement connaître l'organisation et le développement de ces curieux animaux, mais l'étude systématique de leurs affinités propres n'a jamais été suffisamment abordée et l'on ne connaît guère davantage l'ensemble de leurs caractères biologiques. Je serai en état, très prochainement, de combler la première de ces lacunes; quant à la seconde, je m'efforcerai de la faire disparaître partiellement dans la Note que je présente aujourd'hui.

» Les observations suivantes se rapportent au *Peripatus capensis* Grube dont M. Raffray, notre Consul au Cap, m'a obligeamment communiqué un exemplaire vivant, il y a plus d'un mois. Enveloppé dans la mousse où il avait probablement vécu, l'animal a bien supporté le voyage; je le conserve dans ce milieu où il paraît se trouver à merveille, pourvu que l'on y entretienne une atmosphère suffisamment humide. J'emploie, dans ce but, le cristallisoir couvert et muni d'un récipient à eau, qu'un de mes plus aimables correspondants, M. A. Deudy, a utilisé avec succès.

» J'ai toujours vu le Péripate ramassé et à demi enroulé dans un plan, quand je soulevais la mousse où il se trouve. Une fois sorti de son gîte et baigné par la lumière, il quitte bientôt cet état de torpeur, effectue des mouvements en divers sens, se contourne et soulève la partie antérieure de son corps, comme pour explorer l'espace. Ces mouvements sont, à coup sûr, provoqués par la lumière, car le Péripate est un animal extraordinai-

rement lucifuge. Après les mouvements lents dont j'ai parlé plus haut, on le voit s'allonger considérablement, puis se mettre en marche et fuir, aussi rapidement que possible, dans un sens directement opposé à celui des rayons lumineux. Quand on retourne le plateau sur lequel il se trouve pour le remettre en face de la lumière, on voit le Péripate s'arrêter brusquement, soulever la partie antérieure de son corps, contracter ou allonger ses antennes et donner toutes les marques d'une impression désagréable; après quoi, l'animal fait demi-tour et, à grands pas, se dirige en sens opposé. Dans sa marche, il explore continuellement l'espace avec ses antennes et, à de fréquents intervalles, leur fait toucher le sol. Le jour, l'animal ne se dirige pas avec les yeux ou, du moins, ceux-ci ne paraissent pas capables de distinguer les objets qu'on en approche; les antennes, par contre, sont beaucoup plus sensibles et s'écartent devant une pointe, même avant d'avoir été touchées. On pourrait dire qu'à la lumière le Péripate se comporte comme s'il était aveugle; mais cette expression ne serait pas des plus exactes; l'animal, en effet, perçoit la lumière avec ses yeux et, quand ces derniers sont couverts, il ne cesse de s'agiter et de se diriger en tous sens. L'appareil de vision lui sert par conséquent de guide, non pas pour s'orienter dans le milieu, mais, comme on l'avait observé déjà, pour fuir la lumière au plus vite.

» Dans tous ses mouvements, le Péripate donne bien plus l'impression d'un Ver que d'un Arthopode; il se contracte ou s'allonge démesurément comme une Sangsue, s'enroule parfois à la manière d'un Lombric ou se tord en spirale autour d'un brin de mousse; en même temps, des ondulations vermiformes se propagent en divers points de son corps.

» Sa marche est des plus curieuses. Les pattes d'une même paire se meuvent simultanément dans le même sens, et les pattes de deux paires consécutives s'éloignent d'abord au maximum pour se rapprocher ensuite, presque jusqu'au contact. Du reste, toutes les pattes du corps ne se déplacent pas ensemble dans la même direction; elles sont en retard les unes sur les autres d'avant en arrière, de sorte que si l'on suppose le corps divisé en une série de couples de paires de pattes, on ne voit pas les pattes de tous les couples s'éloigner ou se rapprocher en même temps. Les pattes de la paire postérieure, d'ailleurs rudimentaires, restent constamment sans usage.

» Le mécanisme de la marche n'est point celui qu'avait supposé Gaffron, car les griffes des pieds jouent un rôle important dans la fonction locomotrice. Quand l'animal déplace en avant une de ses pattes, il la soulève très

légèrement, la fait glisser sur les arceaux des soles et relève le pied avec les griffes qui le terminent; la patte une fois arrivée au terme antérieur de sa course, on voit le pied s'abaisser et sa griffe s'implanter dans le support; le Péripate trouve de la sorte un point d'appui qui lui permet de se tirer en avant. On observe très bien l'impression des griffes dans un graphique au noir de fumée; on peut, d'ailleurs, la voir se produire très distinctement quand on examine l'animal à la loupe. Sur une plaque de verre inclinée à 45°, le Péripate glisse et tombe; grâce à ses griffes, il peut marcher dans toutes les positions, et même le dos en bas, sur une plaquette de bois ou de carton.

» L'animal est suffisamment patient; néanmoins, il finit par s'irriter quand on l'excite et projette alors, par ses tantacules céphaliques, le liquide muqueux dont ont parlé la plupart des auteurs. Ce liquide ressemble tout à fait au sérum sanguin des Arthropodes mais, plus que lui, se coagule rapidement à l'air. On n'y voit pas d'éléments figurés. M. Kennel pense, à juste titre, qu'il sert à capturer les proies; comme on vient de le voir, il joue aussi un rôle dans la défense de l'animal.

» On ne sait rien du régime des Péripates, mais M. Kennel suppose, non sans raison, qu'il doit être carnassier. Je ne crois pas toutefois que ces animaux se nourrissent de vers de terre ou de cloportes, car j'ai placé mon exemplaire, pendant plusieurs jours, au voisinage immédiat de ces êtres et je n'ai pas vu qu'il leur ait fait le moindre mal. D'ailleurs, je continue ces observations et je ne désespère pas d'arriver quelque jour à des résultats plus positifs. »

BOTANIQUE. — *Sur la fécondation hybride de l'albumen.* Note de M. **Hugo de Vries**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Les belles recherches de MM. Nawaschine et Guignard ont établi que le tube pollinique des Angiospermes contient deux spermatozoïdes, dont l'un sert à la fécondation de l'oosphère, tandis que l'autre se fusionne avec le noyau central du sac embryonnaire. Ce noyau, qui est le générateur de l'albumen, est donc fécondé en même temps que l'oosphère elle-même.

» Pour le cas d'une fécondation hybride, on peut déduire de ces observations que l'albumen sera hybridé tout aussi bien que le jeune embryon. Mais ordinairement les albumens manquent de caractères qui pourraient déceler leur origine mixte. Parmi les rares exceptions à cette règle, se

trouve le Maïs sucré, variété ou sous-espèce de Maïs, dont l'albumen, au lieu de se remplir d'amidon, se gonfle de sucre. Ce caractère se trahit à l'œil nu sur les épis mûrs parce que les graines, en se desséchant, diminuent de volume, se rident et deviennent transparentes.

» En croisant le Maïs sucré avec un Maïs ordinaire à amidon, on verra donc directement sur les épis si l'albumen est hybridé ou non. Et dans le premier cas on aura une preuve expérimentale et macroscopique en faveur de la conclusion tirée de la découverte de la fécondation de l'albumen. Cette découverte deviendra, par ce moyen, d'une démonstration très facile.

» Le Maïs sucré qui a servi pour mes expériences est une variété très pure, dite *blanche*. Ayant acheté des graines, j'ai fait pendant deux années une expérience de contrôle. En 1898, j'avais environ quarante exemplaires et, en 1899, je possédais par leurs graines une seconde génération de soixante plantes, qui donnaient soixante-sept épis pleins de graines, lesquelles toutes, sans aucune exception, étaient sucrées. Il est donc évident que les plantes destinées à mon expérience et issues du même lot originel de graines auraient donné des épis purs de graines sucrées, si je les avais fécondées par leur propre pollen.

» La fécondation hybride a eu lieu au mois d'août 1898. Au commencement de ce mois, avant la floraison, j'avais coupé la plus grande partie de chaque inflorescence mâle. Lorsque les stigmates sortirent de leurs bractées, je les saupoudrai de temps en temps avec du pollen d'un Maïs à amidon, mais sans empêcher tout à fait la fertilisation par le pollen provenant des branches inférieures de leurs propres inflorescences mâles.

» La récolte donna dix épis plus ou moins grands et bien couverts de graines. Chaque épi portait les deux sortes de graines, la majeure partie à amidon, comme le père, les autres à sucre, comme la mère. Ces dernières étaient évidemment dues à l'autofécondation, ce dont je me suis assuré, du reste, en en semant une partie en 1899 : elles reproduisirent la variété sucrée tout à fait pure.

» Les graines amylacées étaient des hybrides, aussi bien dans leur albumen que dans leur embryon. L'albumen avait tout à fait le caractère du père, bien rempli d'amidon et sans trace visible de sucre, d'un blanc de craie à l'intérieur, et d'une surface lisse et sans rides. Il est évident que ces propriétés paternelles lui avaient été communiquées par le second spermatozoïde du tube pollinique.

» La présence d'un certain nombre de graines autofécondées et sucrées sert à démontrer l'origine de ces épis ; si je les avais fertilisés exclusivement

par le pollen de l'autre variété, toutes leurs graines auraient été amylacées, et ils ne se seraient pas distingués visiblement des épis ordinaires à amidon.

» Il reste à prouver la nature hybride des embryons de ces graines. Dans ce but, j'en ai semé une partie en 1899, et j'ai laissé se féconder les plantes par leur propre pollen. Il y avait trente-deux plantes qui donnèrent trente-cinq épis riches en graines. Tous ces épis étaient de nature mixte. Environ un quart des graines étaient sucrées, les trois autres quarts étaient amylacées. Les premières étaient revenues au caractère de la grand'mère, les dernières montraient celui du père et du grand-père. Le nombre des graines fertiles variait pour la plupart de ces épis entre trois cents et quatre cents.

» Les graines amylacées de mes épis croisés de 1898 étaient donc bien des hybrides capables, comme tant d'autres hybrides, de reproduire les types de leurs deux parents. Il est nécessaire de remarquer qu'il n'y avait sur tous ces épis aucune graine intermédiaire, moitié sucrée, moitié amylacée. De telles graines ne se trouvaient pas non plus sur les épis croisés de 1898.

» Quand on cultive une variété de Maïs à sucre, à côté d'une variété à amidon, le vent peut transporter une partie du pollen de la dernière sur les stigmates de la première. En s'ajoutant aux faits énoncés plus haut, ceci nous explique pourquoi l'on rencontre de temps en temps des épis sucrés contenant quelques graines amylacées. Il est évidemment très facile de se procurer de tels épis, et l'on a alors entre les mains une démonstration frappante, quoique accidentelle, de la mémorable découverte de MM. Nawaschine et Guignard. »

MINÉRALOGIE. — *Les minéraux du Crétacé de l'Aquitaine.* Note de M. **Ph. Glangeaud**, présentée par M. Michel Lévy.

« On ne s'était pas occupé, jusqu'ici, de l'étude minéralogique des sédiments crétacés du bassin de l'Aquitaine. Cette Note est une première contribution destinée à combler cette lacune.

» Les minéraux constitutifs du Crétacé de l'Aquitaine sont assez nombreux. Ce sont sensiblement les mêmes que ceux qui ont été observés dans le bassin de Paris. Nous ne pouvons donner ici la répartition géogra-

phique et géologique de chacun d'eux : c'est donc un résultat brut que nous présentons.

» D'une façon générale les sédiments cénomaniens, coniaciens, santoniens, campaniens, maestrichtiens sont relativement détritiques. Ils présentent ce caractère d'autant plus accentué que l'on se rapproche davantage du sud du département de la Dordogne, du Lot et du Lot-et-Garonne.

» Par contre le Turonien est très riche en dépôts chimiques et zoogènes (Calcaires à Rudistes) dans le nord-ouest du bassin ; vers le sud-est, ces dépôts sont également remplacés, en grande partie, par des sédiments détritiques.

» Les barres récifales, parfois très étendues, formées par les Rudistes dans l'Aquitaine, manquent totalement dans le bassin de Paris où ces organismes ne se montrent qu'à l'état sporadique.

» En revanche la Craie, si abondante dans ce dernier bassin, fait presque totalement défaut dans le second, sauf en quelques points de l'Angoumien.

» Il n'existe pas non plus de niveaux phosphatés dans l'Aquitaine; on en trouve, au contraire, d'assez importants dans le bassin de Paris. Faut-il rapprocher ce fait de ce que, dans cette dernière région, le Crétacé est relativement riche en Vertébrés fossiles, tandis qu'ils sont extrêmement rares dans l'Aquitaine? La corrélation ne paraît pas absolument évidente.

» L'étude micrographique du Crétacé de l'Aquitaine m'a fourni les résultats suivants :

» La silice est d'origine organique, chimique et détritique.

» L'*opale*, qui constitue les spicules d'éponges, est assez abondante à certains niveaux (Santonien, Campanien). Elle se montre parfois sous forme de petits globules provenant en partie de la dissolution des spicules d'éponges et des coquilles de radiolaires.

» La *calcédoine* est très fréquente, mais très variée dans sa modalité. Tantôt elle imprègne, localement ou uniformément, les roches et les transforme en véritable gaizes, tantôt elle remplace l'opale des spicules d'éponges, ou le carbonate de chaux de la coquille de certains fossiles. On l'observe également sous forme de sphérulites à croix noire. Elle provient de la dissolution des éléments siliceux (spongiaires, radiolaires). Assez fréquemment la silicification s'est faite par l'eau qui a lessivé les sables ou les argiles les surmontant.

» Une évolution plus complète de la silice donne naissance à de petits cristaux de *quartz* (*quartz secondaire*).

» A part les calcaires à rudistes et quelques calcaires grenus et suboolitiques, la plupart des roches observées renferment du *quartz détritique*, sous forme de grains

plus ou moins arrondis ou d'esquilles à angles émoussés. Dans un grand nombre de ces cas, ces grains ont été brisés, probablement sous l'influence des mouvements ayant plissé le Crétacé.

» Les *silex* sont nombreux dans le Santonien et le Campanien. J'ai observé du quartz tapissant les cavités de certains d'entre eux, qui sont ainsi transformés en véritables druses. C'est là un produit ultime de l'évolution de la silice.

» Les débris de *feldspaths* (plagioclases) sont rares et très décomposés.

» La *calcite* d'origine *organique* constitue presque exclusivement certaines roches (calcaires de l'Angoumien inférieur à *Biradiolites lumbricalis*). Les calcaires grenus sont formés presque en totalité par des rhomboèdres de calcite, parfois volumineux.

» L'existence de la *dolomie* est très locale.

« La *glauconie* est absente dans la presque totalité du Turonien et du Cénomanien. Elle est répandue, au contraire, dans le Santonien et le Campanien : 1° elle existe sous forme de grains isolés, homogènes ou granuleux, avec ou sans inclusions (calcite); 2° elle moule les cavités des foraminifères et les loges des bryozoaires; elle est alors associée généralement à la pyrite; 3° elle s'est déposée dans les clivages du mica blanc; 4° on l'observe parfois sous forme de grains nettement polychroïques, avec clivages et mâcles offrant l'aspect des assemblages microscopiques du microcline ou de certains grenats.

» La *pyrite* est très répandue dans le Sénonien, dont les sédiments presque tous gris bleu, dans la profondeur, sont imprégnés de cette substance qui accompagne presque toujours la glauconie dans les calcaires.

» La *magnétite* se présente sous forme de grains irréguliers, rarement elle est octaédrique.

» Le *mica blanc* est fort abondant dans le Coniacien, le Santonien et le Campanien, principalement sur la bordure du Massif central. Il est visible à l'œil nu en beaucoup de points. Je ne l'ai observé ni dans le Cénomanien, ni dans le Turonien.

» Le *mica noir* est une rareté. Peut-être ce minéral a-t-il participé, dans une certaine mesure, à la formation de la glauconie.

» Les échantillons examinés renferment de belles inclusions de zircon.

» C'est dans le Sénonien, principalement dans le Sénonien de la Dordogne, que se trouve presque exclusivement la *tourmaline*.

» Elle est relativement fréquente.

» Le *zircon* est également développé dans la même région et aux mêmes niveaux. Plusieurs préparations m'ont montré jusqu'à huit cristaux de zircon présentant les inclusions caractéristiques de ce minéral, parfois les clivages a^1 et h^1.

» Le *rutile,* la *brookite,* l'*anatase* ont une répartition analogue à celle du zircon et de la tourmaline, mais ils sont infiniment plus rares.

» Le *phosphate de chaux* ne se présente que sous forme de grains dans le Santonien et le Campanien. Parfois il constitue une légère couche autour des loges de foraminifères.

» Le *gypse* se rencontre en beaux cristaux (formes ma^3g^1) de plusieurs centimètres de long, dans les lignites du Cénomanien inférieur et de l'Angoumien supérieur de la Dordogne.

» En résumé, c'est dans le Sénonien que se montrent la presque totalité des minéraux que je viens de signaler; le Cénomanien ne renferme guère que du quartz, de la pyrite (argiles) et localement du gypse. Le Turonien est l'étage le plus pauvre au point de vue minéral, il est en grande partie calcaire.

» On peut, il me semble, établir de la façon suivante les différences surtout pétrographiques existant entre le Crétacé de l'Aquitaine et le Crétacé du bassin de Paris :

Bassin de l'Aquitaine.	Bassin de Paris.
Pas ou peu de craie.	Craie abondante.
Calcaires grenus et suboolitiques très développés.	Calcaires grenus et suboolitiques rares.
Calcaires à Rudistes (barres récifales).	Pas de calcaires à Rudistes (Rudistes sporadiques).
Roches peu glauconieuses.	Roches relativement très glauconieuses.
Pas de niveaux phosphatés.	Plusieurs niveaux phosphatés importants
(Débris vertébrés très rares).	(Vertébrés assez fréquents).
Niveaux saumâtres (Cénomanien inférieur, Angoumien supérieur).	Pas de niveaux saumâtres.
Lignites et gypse.	Ni lignites, ni gypse.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Sur l'histoire de la vallée du Jiu (Karpates méridionales)*. Note de M. E. DE MARTONNE, présentée par M. A. de Lapparent.

« Le Jiu présente un des cas les plus curieux de vallée perçant toute une chaîne de montagnes. On a déjà cherché à l'expliquer soit par une fracture (Lehmann, Mrazec), soit par l'érosion régressive (Inkey). Ayant étudié en août 1898 et octobre 1899 la plus grande partie du Jiu, le bassin de Petroseny et le bassin de Hatzeg, j'ai été amené à constater un certain nombre de faits géologiques et topographiques qui ne peuvent s'expliquer qu'en assignant au Jiu une histoire plus compliquée.

» La partie des Karpates traversée par le Jiu est constituée presque exclusivement par les Schistes cristallins formant plusieurs anticlinaux et synclinaux orientés est-ouest, dont l'axe subit un abaissement sensible sur le trajet de la vallée. Ce fait, déjà signalé par M. Murgoci, est particulièrement net à Lainici où les schistes à chloritoïde et les quartzites de la formation

de Schéla apparaissent pincés dans un pli aigu au fond de la gorge, tandis qu'ils s'étalent en un synclinal aplati sur les hauteurs d'Alaunu. La vallée du Jiu n'est donc pas d'origine récente (Inkey) mais suit une très ancienne ligne de dislocation. D'autre part, l'énergie de l'érosion, la fréquence des éboulis, la présence de marmites d'une conservation parfaite à 30^m ou 40^m au-dessus du niveau du fleuve témoignent cependant de la jeunesse de la vallée actuelle. Une série de terrasses dans le roc, parfois surmontées d'alluvions, permettent de reconstituer un fond de vallée très large dont la hauteur varie entre 30^m et 100^m au-dessus du lit de la rivière. Le point le plus haut de ces terrasses se trouve en amont de Lainici près de Păïus. Il semble qu'on ait là un ancien partage des eaux.

» Des lambeaux de calcaire considérés comme jurassique par M. Mrazec surmontent çà et là le massif primitif, formant sur les bords de la vallée des escarpements dominant les pentes régulières des Schistes cristallins (Părete, Pietrile Albe). A l'ouest du Jiu ils se multiplient de plus en plus jusqu'à la Cerna. Ce sont les restes d'une couverture continue de calcaire mésozoïque qui subit des dislocations correspondant à celles de son soubassement cristallin, et qui s'étendait comme lui jusqu'au Danube avant l'affaissement de la plaine valaque, se rattachant d'ailleurs au nord aux massifs cristallins maintenant isolés au nord de Petroseny.

» C'est sur cette surface faiblement inclinée vers le sud que dut s'établir le cours primitif du Jiu. La vallée ne tarda pas à devenir un cañon comme toutes les vallées qui, à l'heure actuelle, traversent les lambeaux de ce calcaire affaissés sur le bord des Karpates, si bien qu'au moment du soulèvement de cette partie de la chaîne (Crétacé supérieur) le fleuve, prisonnier de sa vallée profondément encaissée, dut continuer à creuser son lit dans les Schistes cristallins. (Cette explication pourrait peut-être s'appliquer à plus d'une vallée semblable à celle du Jiu.)

» Au début du Tertiaire, le Jiu avait déjà une vallée assez profondément creusée dans les Schistes cristallins à 100^m au-dessus de son lit actuel. A la fin de l'Oligocène ou au début du Miocène commencent les phénomènes de tassement qui font naître une série de dépressions d'origine tectonique sur le bord des Karpates. Le bassin de Petroseny et le bassin de Hatzeg se forment alors sur le versant nord. Les couches à *Cerithium margaritaceum* et les lignites indiquent qu'ils ont été occupés par des lagunes sans communication possible avec le versant sud des Karpates. Il y eut donc à ce moment dislocation du réseau fluvial du Jiu. C'est par le défilé de Merisor que devaient arriver dans le bassin de Petroseny les eaux saumâtres du

bassin de Hatzeg. Celui-ci resta à l'état de lac jusqu'au Sarmatique, alors que le bassin de Petroseny n'offre pas de couches plus récentes que le Burdigalien. Les deux rivières, dont la réunion à Livazény forme le Jiu actuel, dateraient donc du Miocène inférieur, mais elles coulaient alors par Merisor vers le nord-ouest. A Livazény se jetait un torrent venant de Païus. Ainsi s'explique l'établissement d'une ligne de partage des eaux dans l'ancienne vallée karpatique du Jiu.

» C'est à la fin du Tertiaire que le cours du Jiu s'est établi définitivement tel que nous le trouvons maintenant, sous l'influence de deux phénomènes : le soulèvement du bassin de Petroseny et la formation sur le versant sud des Karpates de dépressions analogues à celles du versant nord.

» Le soulèvement du bassin de Petroseny est rendu sensible par l'importance de la terrasse de cailloutis qui s'étend de Petroseny à Livazény et par le fait que la rivière est entaillée jusqu'au Tertiaire.

» Les dépressions qui longent le pied des Karpates en Oltenie (Valachie occidentale) ont été signalées par M. Mrazec sous le nom de *dépression subkarpatique*. En réalité on a affaire à une série de dépressions séparées, de profondeur et d'étendue très variables, remplies de terrasses de cailloutis du Pliocène supérieur et dominées au sud par une rangée de collines tertiaires que traversent les rivières en des vallées souvent étroites. L'origine de ces dépressions, qu'on n'a pas cherché à expliquer, nous paraît être tectonique. En effet, elles correspondent à une zone où l'érosion est rarement descendue plus bas que les cailloutis pliocènes et quaternaires, comprise entre deux zones où la roche en place paraît seule dans le fond de la vallée.

» La plus importante de ces dépressions est celle traversée par le Jiu et au centre de laquelle se trouve Tîrgu-Jiu (230^{m}). Sa formation a eu pour conséquence de donner à l'ancien Jiu décapité assez de force érosive pour reconquérir son cours supérieur aux dépens du fleuve de Petroseny. Une nouvelle dislocation du réseau fluvial s'ensuivit dans la vallée de Merisor. La ligne de partage des eaux entre Merisor et Banitza est si peu marquée à l'heure actuelle qu'il suffirait d'un soulèvement de 10^{m} pour que le ruisseau de Banitza s'écoulât vers Merizor et Hatzeg. De plus on trouve, juste sur cette ligne de partage, une nappe de cailloutis de schistes cristallins, dont la présence serait bien difficile à expliquer si l'on admettait que le drainage de la région a toujours été le même qu'à l'heure actuelle. »

GÉOLOGIE. — *Sur les vestiges d'une ancienne forteresse vitrifiée, au bourg de Saint-Sauveur, dans la vallée supérieure de la Dore (Puy-de-Dôme).* Note de M. J. **Uselade**. (Extrait.)

« Le bourg de Saint-Sauveur, situé dans la vallée supérieure de la Dore, ne compte qu'une douzaine de maisons, échelonnées le long d'un chemin vicinal reliant cette commune à celle de Saint-Alyre. La Dore, peu large à cet endroit, décrit une sorte d'S, au centre de laquelle est jeté un pont métallique. Près de ce pont, s'élève une butte de gneiss, de forme irrégulièrement conique, n'offrant à son sommet qu'une surface relativement faible, mais dont la base, beaucoup plus large, se trouve presque entièrement baignée par la Dore qui la contourne.

» Le dessus de cette butte est à peu près plat, recouvert de gazon, parsemé de quelques pins rabougris, avec, çà et là, des tas de pierres, des blocs épars de granit ou de gneiss. A la cassure, ces blocs ont une teinte d'un blanc grisâtre avec des stries noires, ce qui pourrait, à première vue, les faire ranger dans la série des roches trachytiques. Mais un examen plus approfondi montre que ces moellons doivent leur couleur *pierre de deuil* à l'action d'un feu intense auquel on a dû les soumettre.

» Ce sont des roches gneissiques ou granitiques, dont les éléments, sous l'influence de la chaleur, se sont modifiés, déterminant ainsi le métamorphisme de la roche. A la surface, ces pierres sont recouvertes d'un enduit vitreux, noirâtre, ressemblant au verre employé par la Compagnie fermière des eaux de Vichy dans la fabrication de ses bouteilles.

» J'ai recueilli et étudié de nombreux échantillons de ces blocs; j'ai multiplié mes visites à la butte, et j'ai été amené à cette conclusion que je me trouvais en présence des derniers vestiges d'une de ces anciennes forteresses vitrifiées, de ces *châteaux de verre*, comme il en existe beaucoup en Ecosse et comme il en a été rencontré quelques-uns en France.

» Des considérations d'un ordre plus général militent, d'ailleurs, en faveur de cette assertion. D'abord la configuration du pays, couvert de forêts sur une très grande étendue et où il était facile de se procurer le bois nécessaire à la vitrification de l'édifice. Puis la position du lieu, position imprenable grâce à l'inaccessibilité du dyke de rochers et à la rivière qui forme autour de lui un fossé naturel.

» De plus, la plate-forme qni surmonte la butte est connue, dans le pays, sous le nom patois de *Châtevé*, qui signifie vraisemblablement *Château-Vieux*, dénomination qui a dû se transmettre d'un siècle à l'autre.

» Enfin, l'entrepreneur qui a établi la route traversant Saint-Sauveur et coupant un angle de la butte de *Châtevé* m'a affirmé avoir extrait, à cet endroit, au cours des travaux de terrassement, il y a quatorze ou quinze ans, un grand nombre de blocs analogues à ceux que j'ai recueillis moi-même.

» J'ai la conviction qu'il y a eu en Auvergne des forteresses vitrifiées et que la butte de Saint-Sauveur a soutenu un de ces étranges édifices, qui n'ont pu être construits qu'à une époque très reculée, à l'aurore de la civilisation. »

M. **Apéru** adresse, de Constantinople, une Note relative à un « moyen de destruction des rats à bord des bateaux ». Ce projet consisterait dans l'emploi du gaz carbonique, que l'on ferait dégager à fond de cale. Il serait particulièrement utile dans les temps d'épidémie de peste, puisqu'il est reconnu que les rats contribuent puisamment à la propagation du fléau.

A 5 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures et demie.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 27 novembre 1899.

Notice sur les travaux de Chimie de M. Georges Lemoine. Paris, Gauthier-Villars, 1899; 1 fasc. in-4°.

Les vieux arbres de la Normandie, étude botanico-historique, par Henri Gadeau de Kerville. Fasc. 4. J.-B. Baillère et fils, 1899; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

A la conquête du Ciel! Contributions astronomiques de F.-C. de Nascius, en 15 Livres. Livre II, fasc. 3. Nantes, R. Guist'hau, 1899; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Beginselen der scheikunde door Dr M.-C. Schuyten. Antwerpen, 1899; 1 fasc. in-8°.

An account of the Deep-sea Brachyura collected by the Royal Indian Marine Survey ship « Investigator », by A. Alcock. Calcutta, 1899; 1 fasc. in-4°. (Presented by the trustees of the Indian Museum.)

Beiträge zur Geologie der Schweiz. Geotechnische Serie, I. Lieferung. Bern, 1899; 1 fasc. in-4°.

R. Universita romana. Scuola d'applicazione per gl'ingegneri. Annuario per l'anno scolastico 1899-1900. Roma, 1899; 1 fasc. in-24.

Almanach der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften. XLVIII. Jahrgang, 1898. Wien, 1898; 1 vol. in-12.

Rapporto annuale dello I. R. Osservatorio astronomico-meteorologico di Trieste, per l'anno 1896. Vol. XIII. Trieste, 1899; 1 fasc. in-4°.

Denkschriften der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften : Mathematisch-naturwissenschaftliche Classe. Bd. LXV-LXVII, 1898-99. Wien, 1898-99; 4 vol. in-4°.

Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series A, Vol. CXCII. Series B, Vol. CXCI. London, 1899; 2 vol. in-4°.

Sitzungsberichte der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften. CVII. Band, Jahrgang 1898. Wien, 1898; 12 fasc. in-8°.

Bulletin mensuel du Magnétisme terrestre de l'observatoire royal de Belgique, par L. Niesten. Janvier-février-mars 1899. Bruxelles, 1899; 1 fasc. in-24.

Bergens museums Aarbog 1899. 1ste Hefte. Bergen, 1899; 1 fasc. in-8°.

The journal of the British astronomical Association. Vol. X, n° 1. London, 1899; 1 fasc. in-8°.

Anales del Instituto y observatorio de Marina de San Fernando, publicados por don Juan Viniegra. Seccion 1a. Observaciones astronomicas. Año 1893. San Fernando, 1899; 1 vol. petit in-4°.

Ouvrages reçus dans la séance du 4 décembre 1899.

Les roches et leurs éléments minéralogiques, par Ed. Jannettaz; 3e édition, entièrement revue et augmentée, avec 2 cartes géologiques, 21 planches chromolithographiques et 322 figures. Paris, J. Rothschild, 1900; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'Éditeur.)

A propos de l'Ours miocène de la Grive-Saint-Alban (Isère), par Claudius Gaillard. Lyon. impr. A. Rey, 1899; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Graminées. Descriptions, figures et usages des Graminées spontanées et cultivées de France, Belgique, Iles Britanniques, Suisse, par T. Husnot; p. 73-92, pl. XXV-XXXIII. Athis (Orne), T. Husnot, 1896-99; 1 fasc. in-f°. (Hommage de l'Auteur.)

Annuaire de la Société météorologique de France. 47e année, 1899, janvier-juin. Paris, Gauthier-Villars; 1 fasc. in-8°.

Annales de l'observatoire astronomique, magnétique et météorologique de Toulouse. T. III, renfermant une partie des travaux exécutés, de 1884 à 1897, sous la direction de M. B. Baillaud. Paris, Gauthier-Villars, 1899; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Maurice Lœwy.)

Régions polaires, par J. de Schokalsky, avec deux cartes dressées par l'Auteur. (En russe. Extrait du dernier Volume de la grande Encyclopédie russe.) S. l. n. d.; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. de Lapparent.)

Ueber die Temperatur der Insekten nach Beobachtungen in Bulgarien, von

P. Bachmetjew. Mit 5 Figuren im Text. Leipzig, Wilhelm Engelmann, 1899; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Rafinarea petroleului crud si manufactura diferitelor producte comerciale din petroleul crud in Statelele-Unite ale Americei, de Victor-S. Gutzu, inginer. Bucuresci, Carol Göbl, 1898; 1 fasc. in-8°.

Studii geologice si paleontologice din Carpatii sudici, de Dr Ioan Simionescu. I-III. Bucuresci, Carol Göbl, 1898-99; 2 fasc. in-8°.

Fauna cretacica superiora de la Urmös (Transilvania), de Dr Ioan Simionescu. Bucuresci, Carol Göbl, 1899; 1 fasc. in-8°.

Transactions of the Clinical Society of London. Vol. XXXII. London, Longmans, Green and C°, 1899; 1 vol. in-8°.

Acta mathematica. Zeitschrift, herausgeg. v. G. Mittag-Leffler. 22 : 3, 4. Stockholm, Berlin, Paris, 1898-99; 2 fasc. in-4°. (Offert par M. Hermite au nom de M. Mittag-Leffler.)

Publicationen der Sternwarte der Eidg. Polyteknikum zu Zürich. Band II; herausgeg. v. A. Wolfer. Zürich, Friedrich Schulthess, 1899; 1 fasc. in-4°.

Publicationen für die internationale Erdmessung. Die astronomisch-geodätischen Arbeiten der k. und k. militär-geographischen Institutes in Wien. Bande XIII-XV. Wien, 1899; 3 fasc. in-4°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 11 DÉCEMBRE 1899,

PRÉSIDENCE DE M. VAN TIEGHEM.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie que, en raison de la fête de Noël, la séance du lundi 25 décembre sera remise au mardi 26.

La séance du lundi 1er janvier sera, de même, remise au mardi 2.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce l'envoi du dernier complément de la Souscription Lavoisier, organisée aux Etats-Unis par le concours dévoué de M. Hinrichs; il s'élève à 107fr; cette somme, ajoutée aux 2697fr annoncés à la page 856 des *Comptes rendus*, et aux 250fr qui figurent au nom de M. Hinrichs dans la première liste publiée le 1er août 1896, forme un total de 3054fr, transmis par le Délégué de l'Académie. Plus de cinq cents

chimistes américains y ont contribué. Nous leur adressons ici nos remercîments, ainsi qu'à toutes les personnes dont le dévouement scientifique nous a permis de réaliser la Souscription internationale au Monument Lavoisier.

ASTRONOMIE. — *Sur la parallaxe du Soleil* (Extrait d'un premier Mémoire); par M. **Bouquet de la Grye**.

« L'Académie des Sciences avait envoyé en 1882 dix missions pour observer le Passage de Vénus sur le Soleil.

» Leur personnel, composé en majeure partie d'astronomes et d'officiers, devait, d'après les instructions données avant le départ, s'attacher à la détermination la plus exacte possible des contacts internes de la planète avec le Soleil, pour en déduire la correction de la parallaxe de cet astre à laquelle nos éphémérides assignaient une valeur de 8″,86. Huit stations, quatre au nord de l'équateur et quatre au sud, devaient en plus rapporter des photographies du Soleil en nombre aussi grand que possible, prises pendant le passage de la planète. Un rapport préliminaire, contenant le résumé des principales observations faites par les missionnaires, a été publié par l'Académie en 1883, mais la seule mention des résultats que l'on pouvait en déduire a été présentée dans deux Notes à l'Académie : l'une sur la forme de Vénus ([1]), l'autre sur la nécessité d'utiliser les plaques photographiques dont le nombre s'élevait à un millier ([2]).

» La Commission du Passage de Vénus voulut bien adopter mes propositions et me charger de procéder à ces mesures en m'en donnant les moyens.

» Ce travail, qui a duré plusieurs années, et les calculs qui en étaient la conséquence sont aujourd'hui terminés.

» Il a été nécessaire aussi de calculer de minute en minute, pendant toute la durée du passage et pour toutes les stations, les distances des centres des deux astres et l'angle formé par leur direction avec l'équateur en ayant pour base les chiffres des éphémérides plus ou moins corrigés.

» Nous sommes donc à même, à l'heure actuelle, de calculer les valeurs

---

([1]) *Comptes rendus*, 9 juin 1884.

([2]) *Ibid.*, novembre 1884.

provenant de l'observation directe des circonstances du passage de Vénus et celles de l'impression lumineuse sur les plaques photographiques, et je puis aujourd'hui donner à l'Académie un premier chiffre provenant des déterminations des contacts internes de la planète, en indiquant les causes qui ont modifié le premier, d'ailleurs provisoire, que j'avais tiré des observations contenues dans le Rapport préliminaire.

» Je disais en 1884 : « J'ai pris comme représentant les heures vraies » des contacts, soit la moyenne de toutes les observations, si l'on avait » utilisé les prismes pour répéter les heures des contacts, soit l'heure » unique dans le cas où l'on aurait eu un seul chiffre, et point de gouttes » ni d'anneaux, soit enfin l'heure du contact géométrique corrigé de la » diffraction, dans les cas les plus défavorables, ce qui a été rare, en » m'appuyant sur les données et les chiffres contenus dans le rapport de » M. André. »

» Les heures des contacts utilisées présentement diffèrent de celles employées en 1884, en ce sens que j'ai dû écarter les répétitions données par les prismes biréfringents.

» En étudiant, en effet, dans les cahiers mêmes des observateurs, les résultats que donnent ces prismes, on s'aperçoit que, d'une façon générale, l'instant accusé pour le deuxième contact est en retard sur l'observation directe pendant qu'au troisième contact il est en avance.

» Les prismes, en affaiblissant l'éclat du Soleil, diminuent en même temps son diamètre d'une partie de l'épaisseur des gaz incandescents qui le terminent, et chez le plus habile de nos observateurs en cette matière, M. Fleuriais, qui avait préconisé l'usage des prismes et qui a donné des résultats très concordants, la différence chaque fois est supérieure à 10 secondes, si bien que la différence du temps entre les deuxièmes et les troisièmes contacts dépasse 23 secondes de temps.

» Ceci correspond à une diminution de 0",6 du rayon du Soleil.

» La Commission du Passage de Vénus avait recommandé aux observateurs d'argenter très légèrement la surface extérieure des objectifs pour éviter l'éclatement des verres colorés sous l'action d'une trop forte chaleur; l'emploi des primes et le mélange de leurs données avec celles obtenues directement a faussé les premiers résultats que j'avais indiqués et qui avaient conduit à une moyenne pour la parallaxe de 8",78.

» Une autre cause de modification des données du problème a été la substitution des longitudes définitives à celles indiquées en premier lieu

pour certaines stations ([1]); enfin, une autre correction a été introduite dans les calculs des valeurs des distances des deux astres qui servent aux comparaisons avec les instants des contacts provenant des observations directes.

» Au lieu de partir des données de la *Connaissance des Temps* pour les valeurs de l'ascension droite et de la déclinaison des deux astres, je les ai corrigées au moyen des données recueillies pendant le passage, et les distances des centres de Vénus et du Soleil ont été calculées, en tenant compte de la forme de la Terre et aussi, pour la station du Mexique, de l'altitude de 2200^m de la station.

» Les valeurs des rayons du Soleil ρ et de Vénus ρ' interviennent pour la détermination des instants des contacts externes et internes. Nous avions bien un grand nombre de mesures des diamètres de Vénus prises dans les stations pendant le passage (au moyen des micromètres des grandes lunettes équatoriales); mais, comme on pouvait s'y attendre, l'irradiation a diminué ces diamètres, qui n'ont plus été comparables à ceux obtenus sur les plaques photographiques.

» Il m'a semblé plus logique de faire intervenir dans ces mesures les contacts mêmes, et d'utiliser pour cela la durée comprise entre le troisième et le quatrième, qui est d'environ douze cent dix secondes et comporte une approximation apparente d'environ cinq secondes.

» C'est dans ces conditions que l'on a pu comparer l'instant observé avec l'instant calculé et appliquer, à l'aide de leur différence et des Ta-

---

([1]) Voici les positions qui ont été adoptées pour les diverses stations; le Mémoire contient la manière dont ces résultats ont été obtenus :

	Latitude.	Longitude.
Puebla (Mexique).............	19° 3′ 24″	6° 42′ 6″,1
Saint-Augustin (Floride).........	29.53.51	5.34.35,3
Petionville (Haïti)...............	18.31.11	3.58.34,9
Fort-Tartenson (Martinique)......	14.36.20	4.13.41,1
Cerro-Negro (Chili).............	33.36.30	4.52. 6,3
Montevideo (République orientale).	34.54.23	3.54.10,3
Bragado (La Plata).............	35. 7.27	4.11.17,0
Patagones (Rio-Negro)...........	40.47.51	4.21.17,3
Chubut (Patagonie)...............	43.18.38	4.29.47,33
Santa-Cruz (Patagonie).........	49.59.22	4.43.32,26
Cap Horn......................	55.31.24	4.41.44,6

bleaux, l'équation

$$S\,d\pi + \cos\partial\,dX + \sin\partial\,dY - d\rho \pm d\rho' - \frac{dD}{dt}\,dL = -\frac{dD}{dt}(t_o - t_c)$$

empruntée aux Notes publiées par M. Puiseux dans les *Connaissances des Temps* de 1875 et 1876, et dans laquelle S représente un coefficient compliqué $(a\cos\Lambda\cos L + b\sin\Lambda\sin L + c\sin\Lambda)$, où interviennent la latitude Λ et la longitude L de la station, ∂ l'angle formé par la direction des deux centres avec l'équateur, t_o l'instant observé et t_c celui calculé, cette différence étant exprimée en fraction de minute.

» Le nombre d'équations ainsi comprises s'élève à 93 pour toutes les stations et ce sont les combinaisons deux à deux de ces équations qui, théoriquement, pourraient servir à la détermination de la parallaxe.

» Pour les raisons indiquées plus haut, nous nous bornons aux observations directes et nous leur appliquons successivement la méthode de Halley et celle de Delisle.

» Dans la première, on ajoute, pour chaque station, les équations correspondant au deuxième et au troisième contact et l'on retranche les résultats obtenus dans chaque station Sud de ceux d'une station Nord. En faisant ces différences, les termes $\cos\partial\,dX$, $\sin\partial\,dY$, $d\rho$, $d\rho'$, $\frac{dD}{dt}$, dL, disparaissent et il reste une équation de la forme $(T - T')\,d\pi = R - R'$, dans laquelle $T = S_2 + S_3$, $R = -\frac{dD}{dt}(t_2 - t_c) + \frac{dD}{dt}(t_3 - t_c)$.

» Nous allons donner ces valeurs :

Stations Nord.

			T.	R.
Puebla	Bouquet de la Grye	II, III....	3,9707	−0,1764
»	Héraud	II, III....	3,9707	−0,3173
»	Ferrari	II, III....	3,9707	−0,2813
Floride	Bassot	II, III....	4,7457	−0,2513
»	Defforges	II, III....	4,7457	+0,1473
Haïti	D'Abbadie	II, III....	+4,5586	−0,2910
»	Callandreau	II, III....	+4,5586	−0,1150
»	de la Baume Pluvinel	II, III....	+4,5586	−0,0307
Chili	de Bernardières	II, III....	+1,2608	−0,2037
»	Barnaud	II, III....	»	+0,2797
»	Favereau	II, III....	»	+0,0880
Montevideo	Penfenteuyo	II, III....	+1,5583	−0,2923
Bragado	Perrin	II, III....	+1,1624	+0,2715
Chubut	Hatt	II, III....	+0,4661	+0,0668

Santa-Cruz......	Fleuriais........................	—0,1091	+0,1104
»	Lepord.........................	»	+0,2846
Cap Horn.......	Courcelle-Seneuil...............	—0,5896	—0,2338

» Nous avons huit observations faites au nord de l'équateur que nous devons combiner avec neuf faites au sud, ce qui nous fournit soixante-douze résultats. Il avait été indiqué avant le départ des expéditions que les instants des contacts dépendant directement de la grandeur des objectifs, les combinaisons devaient être faites entre les données provenant de lunettes de même grandeur. Ceci est exact dans la pratique lorsqu'il s'agit de phénomènes difficiles à noter par défaut de luminosité, tels la disparition des satellites de Jupiter; ces disparitions, comme nous l'avons observé à Puebla, étant d'autant plus tardives que la lunette était plus puissante.

» Dans le cas des contacts intérieurs de Vénus il n'en est pas ainsi; la luminosité est en excès, on est obligé de l'atténuer, et l'instant du contact le plus exact dépend principalement de la qualité de l'œil de l'observateur.

» Comparons néanmoins entre elles les données provenant des lunettes de huit pouces :

			Coefficient.	
Combinaisons	Bouquet de la Grye et	de Bernardières.	+2,7099	+0,0273
»	id.	Hatt...........	+3,5046	—0,2432
»	id.	Fleuriais.......	+4,0798	—0,2868
»	d'Abbadie	de Bernardières.	+3,2978	—0,0873
»	id.	Hatt..........	+4,0925	—0,3578
»	id.	Fleuriais.......	+4,6677	—0,4014

» En divisant la somme de la deuxième colonne par celle de la première, on a $\Pi = -0{,}0604$, ce qui conduit à la valeur de la parallaxe $8'',7996$.

» Passons maintenant à l'ensemble de toutes les combinaisons utilisables et nous pouvons pour arriver rapidement au résultat éviter de faire successivement tous les groupements deux à deux.

» En effet, en appelant T_1, T_2, T_3, ... les coefficients des stations Nord et R_1, R_2, ... les valeurs des seconds membres et en affectant d'une astérique les valeurs similaires des stations Sud, nous aurons à combiner ensemble $T_1 - T'_1$, $R_1 - R'_1$; $T_1 - T'_2$, $R_1 - R'_2$; $T_1 - T'_3$, $R_1 - R'_3$; mais il est plus court de retrancher de nT_1 et de nR_1 les sommes de $T'_1 + T'_2 + T'_3 \ldots$, $R'_1 + R'_2 + R'_3 \ldots$, et la division finale tiendra compte du poids de chaque groupement.

» En faisant la sommation des données des stations Sud, on a + 6,1614 et + 0,3654.

» En retranchant ces chiffres de neuf fois ceux des stations Nord, on a

Bouquet de la Grye	et stations Sud....		+ 29,5749	— 1,9530
Héraud	id.	....	+ 29,5749	— 3,2211
Ferrari	id.	....	+ 29,5749	— 2,8971
Bassot	id.	....	+ 36,5499	— 2,6271
Defforges	id.	....	+ 36,5499	+ 0,9603
D'Abbadie	id.	....	+ 34,8660	— 2,9844
Callandreau	id.	....	+ 34,8660	— 1,4004
De la Baume Pluvinel	id.	....	+ 34,8660	— 0,6417
			266,4225	—14,7645

» En divisant la sommation de la deuxième colonne par celle de la première on a $d\Pi = -0,0532$; d'où $\Pi = 8,8068$ avec une erreur probable inférieure à 0",01.

» Employons maintenant la méthode de Delisle.

» Un des inconvénients de cette méthode c'est qu'elle laisse subsister les erreurs des longitudes des stations. Dans la situation actuelle ces erreurs ne dépassent guère deux secondes de temps et par suite elles n'occasionneraient dans le résultat qu'une différence d'environ 0",01; mais le plus grave inconvénient tient à l'équation propre à l'observateur : s'il observe trop tard le deuxième contact, il y a quelques chances pour qu'il en soit de même pour le troisième, et l'erreur qui en résulte disparaît tandis qu'elle reste sensible si l'on n'utilise qu'un contact.

» Nous pouvons, comme nous l'avons fait plus haut, grouper toutes les données relatives aux stations Sud en y introduisant des observations nouvelles incomplètes.

Deuxième contact.

De Bernardières...	+0,0970	+0,0895
Barnaud.........	+0,0970	+0,0401
Ganereau........	+0,0970	+0,0612
Penfenteuyo.....	—1,1912	—0,5791
Perrin...........	—0,0906	+0,7153
Hatt............	—0,3997	—0,3506
Leigue..........	—0,3997	—0,0511
Fleuriais.........	—0,6634	—0,0521
Lepord..........	—0,6634	—0,1169
Courcelle-Seneuil..	—0,9054	+0,4234
	—3,0224	+0,1135

Troisième contact.

De Bernardières..	+ 1,1638	—0,2932
Barnaud.........	+ 1,1638	+0,2396
Ganereau........	+ 1,1638	+0,0268
Penfenteuyo.....	+ 1,7495	+0,2868
Perrin..........	+ 1,2530	+0,0639
Perrotin.........	+ 0,9950	+0,3952
Delacroix.......	+ 0,9950	—0,0668
Cessier..........	+ 0,9950	+0,1386
Hatt............	+ 0,8658	+0,4174
Fleuriais........	+ 0,5543	+0,1625
Lepord..........	+ 0,5543	+0,1677
Courcelle-Seneuil.	+ 0,3158	—0,6572
	+11,7691	+0,8813

» Groupons maintenant ces résultats avec les données des stations Nord multipliées par 10 pour le deuxième contact et par 12 pour le troisième :

Deuxième contact.

Bouquet de la Grye	et stations Sud....		+ 26,0299	− 4,2185
Héraud	id.	....	+ 26,0209	− 6,3255
Ferrari	id.	....	+ 26,0209	− 5,9655
Perrier	id.	....	+ 28,0839	− 4,9335
Bassot	id.	....	+ 28,0839	− 4,9005
Defforges	id.	....	+ 28,0839	− 2,0285
D'Abbadie	id.	....	+ 24,6829	+ 0,5545
Callandreau	id.	....	+ 24,6829	+ 3,8142
De la Baume-Pluvinel	id.	....	+ 24,6829	+ 1,0549
Tisserand	id.	....	+ 22,0739	− 3,6335
Bigourdan	id.	....	+ 22,0739	− 1,4185
Puiseux	id.	....	+ 22,0739	+ 0,1905
			302,5848	−26,6099

on en tire

$$d\Pi = -0,0879 \qquad \text{d'où} \qquad \Pi = 8,772.$$

» Le troisième contact donne :

Bouquet de la Grye	et stations Sud....		+ 8,2317	+1,5679
Héraud	id.	....	+ 8,2817	+2,4058
Ferrari	id.	....	+ 8,2817	+2,7871
Bassot	id.	....	+ 15,1071	−1,2053
Defforges	id.	....	+ 15,1071	+2,8243
D'Abbadie	id.	....	+ 16,9421	−5,5349
Callandreau	id.	....	+ 16,9421	−7,3337
De la Baume-Pluvinel	id.	...	+ 16,9421	−3,1311
			105,8836	−7,6202

on en tire

$$d\Pi = -0,0719 \qquad \text{d'où} \qquad \Pi = 8,788.$$

» En résumé, en nous bornant aux observations directes nous avons eu, en employant celles faites aux grandes lunettes par la méthode de Halley, 8,7996, et avec toutes les lunettes, 8,8068, chacune de ces valeurs étant obtenue avec une erreur probable d'environ 0″,01.

» Avec la méthode de Delisle, le résultat est plus incertain, l'erreur probable beaucoup plus considérable.

» Nous pouvons donc offrir la valeur de 8″,80 comme le résultat des observations françaises directes provenant des deuxième et troisième contacts de toutes les stations.

» A titre de curiosité, nous pouvons donner le résultat obtenu par les observations directes du premier et du quatrième contact, calculées par la méthode de Halley; on a alors 8″,783, mais il y a discordance entre les résultats partiels, ce qui est loin de surprendre, les instants de ces contacts, surtout du premier, étant difficiles à apprécier.

» D'autres déterminations sérieuses vont résulter de l'étude complète des données prises par les observateurs et aussi des mesures des plaques photographiques. Nous les présenterons ultérieurement à l'Académie. »

PHYSIQUE TERRESTRE. — *Note sur les travaux au mont Blanc en* 1899; par M. **J. Janssen**.

« 1. *Étude des pertes qu'un câble électrique peut éprouver quand il est placé à nu sur le glacier.* — Cette étude, d'un très haut intérêt pour la Télégraphie en général, et en particulier pour l'Administration des Télégraphes, avait été entreprise par MM. Lespieau et Cauro, et je m'étais mis à leur disposition pour les aider de tout mon pouvoir.

» L'Administration des Télégraphes qui, comme je viens de le dire, avait un intérêt direct dans la question, avait bien voulu nous prêter le fil et les appareils nécessaires à la réalisation de cette étude.

» On connaît le mortel accident arrivé à M. Cauro au début même des opérations. Ce jeune et très distingué physicien fit une chute dans un sentier de la *montagne de la Côte,* montagne conduisant au glacier sur lequel on devait expérimenter, et il se tua sur le coup. Ce grand malheur, qui brisait une carrière pleine d'avenir, m'atterra. Je fus d'autant plus affecté de cette mort que c'était par amour et amour absolument désintéressé de la Science qu'elle se produisait. Aussi ai-je tenu à rendre à cette si intéressante mémoire tout l'hommage qui lui était dû et à agir en cette circonstance comme s'il se fût agi de mon propre fils. Son ami, M. Lespieau, aussi affecté que moi-même, m'aida de tout son pouvoir dans cette si douloureuse circonstance. Nous nous rendîmes au-devant du corps qui fut ramené à Chamonix et mis en cercueil plombé chez moi. Le lendemain un service solennel eut lieu à l'église de Chamonix et nous attendîmes l'arrivée de Mme Bougleux, sœur de M. Cauro, qui vint bientôt et put emmener le cercueil de son frère et le faire placer à Paris dans une sépulture de famille. Une croix, rappelant l'accident et son noble motif, a été placée sur le lieu même par mes soins. M. Lespieau conduisit l'expédition et ma fille m'y représenta.

» Indépendamment des études sur le câble, M. Cauro s'était proposé d'instituer entre le sommet du mont Blanc et Chamonix des expériences de télégraphie sans fil et il avait préparé et apporté dans cette intention les appareils nécessaires. Les connaissances de M. Cauro en électricité le préparaient tout particulièrement à ces intéressantes expériences. Le projet fut nécessairement abandonné, mais nous comptons le reprendre.

» M. Lespieau, ayant accompli tout ce qui dépendait de lui pour honorer la mémoire de son ami, voulut bien à ma demande continuer les expériences commencées et je lui donnai les moyens nécessaires à cet effet.

RAPPORT DE M. LESPIEAU.

» Avec l'aide de trois guides de Chamonix, j'ai relié le rocher des Grands-Mulets au sommet de la montagne de la Côte par deux fils de fer galvanisé d'un diamètre de 3^{mm}, du modèle de ceux utilisés par l'Administration des Télégraphes. Ces deux fils, distants l'un de l'autre d'au moins 5^m, reposent à même sur le glacier, sauf à l'arrivée aux Grands-Mulets, où ils courent pendant quelque mètres sur le rocher. La longueur de l'un d'eux est 1700^m environ; la distance du point de départ au point d'arrivée est plus petite, mais il a fallu faire de nombreux détours et laisser du jeu au fil.

» Ces deux fils constituaient une ligne utilisable pour la télégraphie, ainsi qu'il a été vérifié. On s'est préoccupé d'en étudier la résistance et l'isolement.

» 1° Aux Grands-Mulets on a monté en série dix-huit éléments Leclanché grand modèle de l'Administration des Télégraphes, puis on a relié en série l'un des fils, la pile, un milliampèremètre et l'autre fil. On n'a observé aucune déviation, alors qu'après avoir bouclé les deux fils à l'autre extrémité on a vu que trois éléments de piles fournissaient une intensité de courant supérieure à 50 milliampères, limite de la graduation de l'instrument.

» 2° L'ampèremètre étant remplacé par un galvanomètre, le guide Émile Ducroz relie un deuxième galvanomètre du même modèle que le précédent aux deux fils de fer à des distances variables des Grands-Mulets. Les indications des deux instruments sous l'influence du même courant se montrent concordantes.

Déviations aux Grands-Mulets.	Déviations observées par M. Ducroz, à 300^m des Grands-Mulets.
61	62
55	56
54	55
	Id. à 600
62	61
60	60
50	50
	Id. à 1700
62	60
52	53
39	38

» Les dernières observations en chaque point sont dues au courant donné par un seul élément quelque peu polarisé.

» 3° Les deux fils étant soudés, on mesure la résistance de la ligne à l'aide d'un pont de Wheatstone; on la trouve comprise entre 56 et 57 ohms, mais plus voisine de 57 que de 56. La résistance du fil isolé est de 17,3 ohms à 17,8 ohms par kilomètre (nombres fournis par l'Administration). La ligne devrait donc avoir une résistance de 59 à 60 ohms si elle était parfaitement isolée.

» 4° Un Leclanché non polarisé fournissait dans la ligne un courant de 24 milliampères, deux éléments en série un courant de 46,5 milliampères. La résistance de la ligne étant 57 ohms, celui de l'ampèremètre 1,85 ohm, on peut de ces données déduire la résistance intérieure d'un élément et sa force électromotrice par la formule de Ohm. On trouve ainsi $R = 1,96$ et $E = 1,459$; or, on sait que E égale 1,46. Quant à R, la mesure directe a fourni des nombres oscillant entre 1,8 et 2; la température avait une certaine influence.

» De ces expériences il résulte que la ligne constituée par deux fils posés sur un glacier ou sur un rocher émergeant du glacier est parfaitement utilisable pour la télégraphie; que son isolement est bon même lorsque la glace fond à la surface du glacier, comme cela a eu lieu, enfin qu'un fil de fer de 3^{mm} reposant sur une longueur de 1700^{m} de glacier ne constitue pas une terre télégraphique.

» Il a été dit que la résistance des piles variait notablement avec la température. Cet effet est dû en partie à l'appauvrissement en chlorhydrate d'ammoniac par suite du dépôt de ce sel. Maintenues à basse température, les piles se refroidissent jusqu'à $-16°$ en conservant approximativement la même force électromotrice. Elles se congèlent alors lentement. Quand la congélation est totale, la température de la pile s'abaisse de nouveau, mais sa résistance devient énorme. Un élément fermé sur une résistance de 31,85 ohms fournit 43 milliampères à la température de $+15°$. Congelé et fermé sur une résistance de 1,85 ohm, il ne donne plus qu'un quart de milliampère; encore cet effet est-il attribuable à une trace de liquide non solidifié.

» J'ajouterai que c'est grâce au concours que m'a prêté M. Janssen et sur sa demande l'Administration des Télégraphes que j'ai pu réaliser ces expériences. Qu'il me soit permis de les remercier ici.

» Il résulte de ces intéressantes expériences qu'une ligne télégraphique d'une grande longueur peut être établie, à fil nu, sur les glaciers et fournir un bon service. Ce résultat est fort intéressant pour la télégraphie en haute montagne et nous savons que l'Administration en a été très satisfaite.

» C'est un nouveau service que le mont Blanc aura rendu.

» Disons maintenant que si l'isolement donné par la glace se prête à l'établissement de lignes à fil nu, d'un autre côté les mouvements de descente des glaciers sont des causes incessantes de rupture des câbles. Cette difficulté n'est pas insurmontable et nous nous proposons de faire ultérieurement des expériences à cet égard.

» 2. *Sur l'oxygène solaire.* — L'étude de cette difficile question de la

présence de l'oxygène dans les enveloppes gazeuses du Soleil a été continuée cette année et le sera encore les années suivantes jusqu'à ce qu'on ait obtenu des résultats absolument décisifs.

» On sait qu'il s'agit de démontrer que les groupes A, B, α du spectre solaire, qui se rapportent à la présence de l'oxygène dans notre atmosphère, disparaîtraient complètement aux limites mêmes de cette atmosphère et que les enveloppes gazeuses solaires ne sont pour rien dans leur formation.

» Pour résoudre cette question d'un intérêt capital, j'ai institué depuis 1886 une série d'expériences :

» 1° Au laboratoire de l'observatoire de Meudon avec des tubes contenant des quantités d'oxygène équivalentes à celles de l'atmosphère terrestre;

» 2° Par une expérience faite en 1889 entre la Tour Eiffel et Meudon, l'épaisseur atmosphérique traversée en cette circonstance par un faisceau lumineux étant équivalente comme quantité à celle que traverse un rayon atmosphérique zénithal;

» 3° Par des expériences comparatives, instituées à Meudon, à Chamonix et au sommet du mont Blanc et dont M. de la Baume-Pluvinel avait bien voulu se charger à ma demande;

» 4° Par l'intervention des ballons-sondes, lesquels permettent d'obtenir le spectre solaire à une très grande hauteur, et par conséquent en laissant une portion très faible d'atmosphère au-dessus d'eux.

» Cette année, sur mes instructions, M. Tikhoff, élève astronome de Meudon, s'est livré à des expériences nouvelles à Meudon, à Chamonix, au sommet du mont Blanc. Les spectres solaires photographiés qu'il a obtenus seront discutés ultérieurement.

» Du reste, je compte en outre reprendre l'expérience de 1889 à la Tour Eiffel pendant le cours de l'année 1900. »

PHYSIQUE. — *Influence d'un champ magnétique sur le rayonnement des corps radio-actifs*. Note de M. **Henri Becquerel** (1).

« Au cours des expériences que je poursuis dans la recherche des faits qui peuvent nous éclairer sur la nature du rayonnement émis par les

(1) J'ai été obligeamment aidé dans ces expériences par M. Matout.

corps radio-actifs, j'ai eu l'occasion d'observer ces jours derniers des effets remarquables produits sur ce rayonnement lorsqu'il traverse un champ magnétique.

» Dans un champ magnétique non uniforme, constitué par un puissant électro-aimant, j'ai observé que le rayonnement du radium s'infléchit et se concentre sur les pôles.

» M. et Mme Curie, à qui je montrais quelques-unes des expériences qui vont être décrites, m'ont alors appris que MM. Stefan Meyer et Egon R. v. Schweidler venaient de publier, il y a trois semaines ([1]), l'observation d'une action d'un champ magnétique sur les rayons du radium et du polonium, et ils m'ont communiqué la Note de ces auteurs. Ceux-ci, en étudiant dans un champ magnétique uniforme le rayonnement du radium au moyen d'un écran de platinocyanure de baryum, ont conclu de leurs expériences que, dans un plan perpendiculaire au champ, les rayons sont infléchis vraisemblablement suivant des lignes circulaires, tandis qu'il existerait dans la direction du champ des rayons qui ne sont pas déviés. Ces propriétés sont celles des rayons cathodiques.

» Parmi les faits que j'ai observés, sans avoir eu connaissance de ces expériences, les uns sont conformes à ceux qui ont été découverts par les auteurs viennois; les autres apportent une contribution nouvelle à nos connaissances sur le rayonnement du radium.

» Voici les expériences que j'ai réalisées avec la petite quantité de chlorure de baryum radio-actif que je dois à l'obligeance de M. et de Mme Curie :

» *Effets produits dans le sens des lignes de force.* — Dans un champ magnétique formé par deux petites surfaces de fer doux, planes et circulaires, de 14mm environ de diamètre, qu'un fort électro-aimant permettait d'aimanter presque à saturation, et dont la distance a varié de quelques millimètres à plusieurs centimètres, suivant les expériences, j'avais disposé d'abord, près du centre d'une des surfaces polaires, la matière radio-active, déposée sur du papier et recouverte d'une mince feuille d'aluminium battu, puis contre l'autre pôle un écran fluorescent, soit de sulfate double d'uranium et de potassium, soit de platino-cyanure de baryum, de blende hexagonale, de diamant, ou d'autres matières phosphorescentes.

» Tant que l'électro-aimant n'est pas excité, la phosphorescence apparaît sous la forme d'une large tache lumineuse s'étendant bien au

---

([1]) *Physikalische Zeitschrift*, n° 10, p. 113-114.

delà de la surface polaire en contact avec l'écran; la lueur est assez faible lorsque les armatures sont à une distance de 1cm environ, conformément aux expériences que j'ai publiées la semaine dernière.

» Si, alors, on excite l'électro-aimant, on voit la tache lumineuse se rétrécir et devenir considérablement plus intense. La lueur dépasse à peine les contours de la pièce polaire, et il semble que tous les rayons excitateurs émanés du radium viennent aboutir sur cette surface. L'augmentation d'intensité est considérable, j'en donnerai prochainement une mesure; elle ne présente pas de différence notable lorsqu'on change le sens de l'aimantation.

» Le même phénomène se produit lorsqu'on interpose entre la matière active et la surface fluorescente des écrans de diverses natures, tels que du papier noir, du verre, etc.; l'intensité s'est seulement affaiblie comme je l'ai indiqué antérieurement.

» Si aux écrans phosphorescents on substitue contre la surface polaire une plaque photographique, on obtient en quelques instants des épreuves très intéressantes. Les épreuves que je présente aujourd'hui à l'Académie ont été obtenues, l'une à une distance de 15mm environ, en une minute et demie, l'autre à une distance de 4cm, en cinq minutes; on voit sur la même plaque l'impression très faible lorsque l'électro-aimant n'est pas excité, et l'impression très intense produite par les rayons qui ont traversé le champ magnétique.

» L'augmentation considérable de l'intensité, obtenue dans cette expérience pourrait peut-être donner un moyen de concentrer sur une petite surface polaire l'action produite par une large surface de matière peu active telle que l'uranium, mais je n'ai pu jusqu'ici réussir cette expérience soit en raison de la faiblesse de l'intensité, soit en raison des propriétés particulières des rayons de l'uranium.

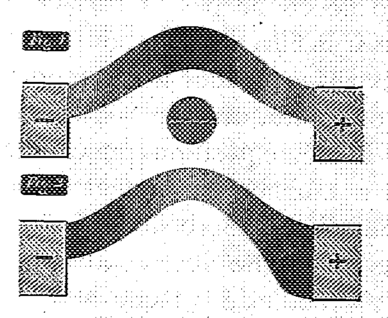
» *Effets produits dans un plan perpendiculaire au champ.* — La matière active recouverte d'aluminium, comme dans les expériences précédentes, était placée au milieu du champ; autour de celle-ci on avait disposé un écran fluorescent cylindrique en enduisant de sulfate double d'uranium et de potassium l'intérieur d'un tube de verre dont l'axe, parallèle au champ, passait par la source radiante; tous les points de l'écran étaient ainsi sensiblement à la même distance de la source et dans une direction normale au champ. Si l'on excite alors l'électro-aimant, on voit dans les conditions particulières de l'expérience la phosphorescence diminuer considérablement, au point de devenir à peine perceptible.

» Dans une autre expérience, la matière a été placée en dessous de la

partie la plus intense du champ, et un écran fluorescent plan a été disposé au-dessus, de l'autre côté du champ. Dans ces conditions, on voit l'effet changer avec le sens du courant; pour un sens de l'aimantation, la phosphorescence s'affaiblit; pour le sens contraire, elle se présente en une tache lumineuse plus brillante.

» *Exploration du champ par la photographie.* — La photographie, par la netteté des détails qu'elle enregistre, a donné pour l'étude du champ des résultats bien supérieurs à ceux de la fluorescence. J'ai réalisé en particulier les expériences suivantes :

» 1° On place parallèlement au champ, entre les deux pôles distants de 45^{mm}, une plaque photographique horizontale entourée de papier noir. Après avoir excité l'électro-aimant, on met sur la plaque, à égale distance des pôles, la matière radio-active. Après quelques minutes de pose, on peut développer la plaque et l'on constate que l'impression, très forte, au lieu de s'être faite uniformément autour de la source, est tout entière rejetée sur la droite du champ (à gauche pour un observateur qui regarde le pôle +). En dehors de la tache noire qui marque la place de la source radiante, l'impression maximum est répartie sur une zone étroite qui affecte la forme ci-contre [1] (*fig.* 1). L'écart maximum correspond à la direction normale au champ, passant par la source qui, dans le cas actuel, est au milieu du champ. Le maximum d'écart est aussi, dans ce cas, le maximum



de l'intensité de l'impression; de part et d'autre de ce maximum, la courbe s'infléchit et rejoint les pôles presque normalement aux surfaces polaires, en des points situés à droite des centres de ces surfaces.

» La courbure est d'autant moins accentuée que le champ est plus intense.

---

(1) Les figures représentent la forme des courbes, mais nullement l'aspect des photographies.

» Cette expérience est identique à celle que MM. Meyer et Schweidler ont faite avec un écran fluorescent. Ces auteurs ont signalé seulement le maximum du sommet de la courbe; mais ils ont montré ce fait capital que l'impression était due à des rayons émis au-dessus de la plaque, et ramenés sur celle-ci par l'aimant.

» Les rayons émis au-dessous de la plaque donneraient la courbe symétrique, mais dans notre expérience ils sont absorbés par le verre qu'ils ont à traverser deux fois.

» Cette première expérience permet d'expliquer les anomalies apparentes qu'on observe quand on place des écrans fluorescents à diverses distances de la source radiante supposée au milieu du champ. Si celle-ci était réduite à un point, le lieu dans l'espace du maximum d'action serait la surface de révolution ayant pour axe l'axe du champ passant par la source, et pour méridienne la courbe que nous venons de décrire. Sur cette surface la propagation du rayonnement se fait suivant des hélices en tournant dans le sens d'un courant circulaire qui produit un champ de même sens que le champ étudié. Lorsqu'un écran coupe cette surface, le maximum d'action a lieu sur celle des régions d'intersection qui reçoit le rayonnement curviligne; si le sens de l'aimantation change, le maximum d'action est sur l'autre région. Si l'écran est tangent à la surface, la région du maximum ne paraît pas se déplacer quand le sens de l'aimantation change. Enfin si l'écran ne coupe pas la surface, on observe sur l'écran une action moindre que si le champ n'existait pas.

» 2° Une seconde expérience, tout aussi importante, consiste à placer le radium près de l'un des pôles, du pôle + par exemple, la plaque photographique restant dans la même position que ci-dessus.

» L'effet obtenu est notablement différent. L'impression ne va pas en ligne droite comme dans l'expérience de MM. Meyer et Schweidler, elle affecte encore la forme curviligne décrite plus haut, et est tout entière à droite du champ (*fig.* 2). A côté de la tache marquant la place de la source, se trouve, à droite du champ, une tache presque aussi intense qui se rejoint à la première; l'impression va ensuite en diminuant le long de la courbe jusqu'au sommet, au milieu du champ, où elle est minimum, puis elle augmente en se rapprochant de l'autre pôle, près duquel elle est très intense, moins cependant qu'à l'autre extrémité, figurant une sorte d'image dispersée de la matière active.

» Il résulte de la propagation curviligne que l'on peut placer, au milieu du champ, un petit écran opaque, une petite pièce de monnaie par

exemple, sans que le rayonnement cesse de se concentrer sur le pôle. Si l'on déplace excentriquement l'écran, l'action sur le pôle est considérablement affaiblie.

» Ces expériences montrent d'une autre manière l'augmentation d'action près des pôles, que j'ai indiquée au début de cette Note. Elle rend compte, en outre, de ce fait que si l'on place, près du pôle opposé à la source, un écran fluorescent ou photographique, et qu'on le déplace vers le milieu, la surface impressionnée s'élargit, et l'intensité est moindre que sur le pôle, bien qu'on s'approche de la source.

» 3° Si l'on fait une troisième expérience en disposant la plaque photographique comme ci-dessus et en plaçant la matière active non plus au milieu du champ ou près d'un des pôles, mais en un point quelconque de l'axe du champ, on obtient encore la courbe décrite ci-dessus; celle-ci présente alors un maximum d'intensité en face de la source radiante, sur la même normale au champ. Ce maximum a une tendance à se rapprocher du pôle le plus voisin; et lorsque la matière active est à une petite distance de l'un des pôles, on voit apparaître un second maximum d'action près du pôle opposé.

» Enfin, parmi les expériences que j'ai réalisées il en est d'intéressantes qui montrent qu'un écran de plomb, arrêtant le rayonnement direct de la source sur une surface fluorescente, ou photographique, n'arrête pas le rayonnement curviligne dans le champ, si celui-ci peut contourner l'obstacle; le point où ce rayonnement curviligne vient frapper l'écran change alors avec le sens de l'aimantation.

» Tous ces faits montrent que le rayonnement du radium se rapproche considérablement des rayons cathodiques; certaines expériences donnent presque la reproduction d'expériences faites avec les rayons cathodiques par M. Broca ([1]).

» Les expériences qui viennent d'être rapportées nous fournissent des éléments nouveaux pour nous guider dans la recherche de la nature des radiations émises par les corps radio-actifs; toutefois le fait de leur émis sion continue et sans affaiblissement notable, par des substances non électrisées, n'en reste pas moins, jusqu'ici, un mystère d'un grand intérêt. »

([1]) *Journal de Physique*, 3e série, t. VII, p. 710; 1898.

ANALYSE CHIMIQUE. — *Sur une méthode générale pour le dosage des divers corps simples contenus dans les composés organiques;* par M. **Berthelot.**

« Le dosage des éléments multiples contenus dans les composés organiques a été effectué jusqu'à ces derniers temps par des voies et méthodes diverses, souvent longues et compliquées, mais dont la complication résulte de la nécessité de détruire complètement, et d'ordinaire progressivement, le composé, par l'action de la chaleur et de divers réactifs, tels que l'oxyde de cuivre, les alcalis, le chlorate, ou l'azotate de potasse, etc.

» Je crois utile de montrer qu'il existe une méthode générale plus simple et plus rapide dans la plupart des cas, méthode fondée sur les procédés mêmes que j'emploie pour les études calorimétriques, et je réunirai ici les résultats que j'ai observés, depuis vingt années, dans les analyses qui ont suivi les déterminations calorimétriques; ces analyses ayant leur caractère propre et indépendant de la Thermochimie.

» En effet, cette destruction peut être accomplie, d'un seul coup et d'une façon instantanée, par l'emploi de l'oxygène comprimé à 25 atmosphères, dans la bombe calorimétrique, de façon à ramener le problème des dosages d'éléments aux conditions d'une analyse purement minérale. C'est d'ailleurs ce que j'ai signalé à différentes reprises, dans le cours de mes recherches sur la chaleur de combustion à volume constant des composés organiques, recherches qui remontent à 1881; les procédés par lesquels je mesure cette chaleur reposent sur une combustion totale, dont les produits formés en vase clos se prêtent parfaitement à des dosages. L'opération de la combustion instantanée demeure la même, sans qu'il soit nécessaire de l'exécuter en plongeant la bombe dans un calorimètre; ce qui la rend plus prompte. Dans certains cas, on peut ajouter à l'avance dans la bombe des matières qui facilitent les analyses ultérieures. La combustion enfin s'exécute avec une égale facilité sur les gaz, les liquides, les solides, volatils ou non, en observant les conditions décrites dans mon *Traité pratique de Calorimétrie chimique.*

» Rappelons brièvement quels sont les corps simples que j'ai dosés par cette méthode.

» 1. Le *carbone* se dose en le pesant sous la forme d'acide carbonique, que l'on extrait avec la pompe (extractions et rentrées d'air) (*Traité pratique de Calorimétrie chimique,* p. 180); j'ai exécuté un grand nombre de fois cette opération, principalement sur les gaz. Ce dosage est facile.

» L'*hydrogène* se dose à l'état d'eau. Mais ce dosage exige l'emploi initial d'oxygène sec, et l'échauffement consécutif de la bombe dans un bain-marie, de façon à réduire l'eau en vapeur, que l'on entraîne par une suite d'extractions et de rentrées d'air : ce qui rend l'analyse assez pénible.

» Le dosage de l'*azote* en volume est également pénible, à cause de l'impureté de l'oxygène qui exige une mesure spéciale ; mais le principe en est aisé à énoncer.

» 2. Au contraire, les dosages du *soufre* et du *phosphore* sont faciles et rigoureux ; je les ai décrits, en détail, dans plusieurs Mémoires. Ils exigent souvent, le premier surtout, l'addition d'une certaine dose d'un corps combustible, tel que le camphre ou la naphtaline : ce qui ne complique en rien le dosage du soufre, susceptible d'être exécuté immédiatement à l'état de sulfate de baryte ; ni celui du phosphore, à l'état de phosphate ammoniaco-magnésien.

» 3. Le dosage du *chlore* s'effectue sous forme d'acide chlorhydrique, transformable en chlorure d'argent. Le composé chloré doit être, dans plusieurs cas, additionné de camphre ou de naphtaline. Pour les expériences calorimétriques, on opère en ajoutant à l'avance dans la bombe 20^{cc} à 25^{cc} d'une solution titrée d'acide arsénieux, ce qui exige le dosage exact de l'acide chlorhydrique contenu dans cette dernière solution ; j'ai donné plusieurs exemples de la transformation totale du chlore en acide chlorhydrique dans ces conditions, même avec les composés les plus riches en chlore, tels que le perchlorure de carbone et la benzine perchlorée. Mais on peut supprimer cette correction, lorsqu'on ne se propose pas de faire une détermination calorimétrique simultanément. Il suffit d'introduire au préalable dans la bombe, en proportion convenable, une dissolution aqueuse d'arsénite de soude, ou de sulfite de soude, ou de tout autre composé susceptible de ramener la petite quantité de chlore libre, qui pourrait se produire dans les combustions, à l'état de chlorure, ou d'acide chlorhydrique. On vérifie qu'il n'y a pas de chlore libre, dans les gaz qui s'échappent de la bombe, dont on ouvre le robinet après la combustion.

» 4. Le dosage du *brome* s'effectue de la même manière, mais avec un tour de main, peu convenable dans les essais calorimétriques, mais excellent pour les cas où il ne s'agit que d'un dosage pondéral. En effet, lorsqu'on brûle un composé bromé (additionné au besoin de camphre ou de naphtaline) dans la bombe calorimétrique, en présence d'eau ou d'une dissolution aqueuse qui contient de l'acide arsénieux, par exemple, le brome ne passe presque jamais entièrement à l'état d'acide bromhydrique pur ; une portion

demeurant à l'état de perbromure d'hydrogène, dans les gouttelettes projetées sur les parois. La tension du brome étant presque nulle dans ce perbromure, il n'est pas absorbé par la liqueur réductrice placée au fond, du moins pendant la durée des quelques minutes consacrées à l'expérience; cependant sa transformation totale en acide bromhydrique est facile et immédiate, à la condition de prendre la bombe à la main et de l'agiter fortement, ainsi que nous l'avons vérifié.

» A la vérité, cette opération exclut toute mesure calorimétrique rigoureuse; mais elle n'entrave en rien le dosage final du brome à l'état de bromure d'argent; on opère d'ailleurs soit en présence d'un arsénite, soit en présence d'un sulfite alcalin.

» 5. Le dosage de l'*iode* est également facile, quoique un peu plus long.

» Cet élément est mis en liberté, entièrement ou presque entièrement, suivant les cas, dans les combustions par l'oxygène comprimé; si le corps combustible est trop pauvre en carbone, on y ajoute du camphre ou de la naphtaline. Mais il faut certaines précautions pour le dosage, en raison de la tension de vapeur de l'iode. Après refroidissement complet, on fait écouler les gaz, en raison de leur excès de pression, à travers une dissolution d'acide sulfureux, ou de sulfite alcalin.

» On poursuit même cet écoulement sous une pression inférieure à la pression atmosphérique, à l'aide d'une pompe à gaz, toujours en conduisant d'abord les gaz à travers la solution sulfureuse. On rétablit alors la pression atmosphérique, ce qui fait pénétrer une partie de l'acide sulfureux dans la bombe et ramène l'iode à l'état d'acide iodhydrique.

» On réunit enfin toutes les liqueurs, on lave la bombe et l'on dose l'iode sous forme d'iodure d'argent.

» 6. Le dosage des *métaux* s'effectue aisément, les combustions étant tantôt totales directement, tantôt rendues totales par une addition de camphre.

» Par exemple, le picrate de potasse détone et brûle dans l'oxygène comprimé, en laissant du carbonate de potasse; on rassemble ce dernier par des lavages et l'on y dose la potasse sous forme de sulfate.

» Les sels alcalins et terreux brûlent en laissant des carbonates ou des oxydes, que l'on redissout dans l'acide chlorhydrique étendu, etc.

» Les métaux proprement dits laissent, suivant les cas, un oxyde, de composition variable, si le métal est suroxydable (le cuivre par exemple), ou bien un métal libre.

» Par exemple, le zinc laisse de l'oxyde de zinc, dosable sans difficulté.

» Le fer seul ne peut être dosé par cette voie, en raison de l'emploi de la spirale de ce métal, qui allume le mélange combustible. A la vérité, on pourrait déduire le poids du métal correspondant. La combustion laisse d'ailleurs de l'oxyde magnétique, difficile à redissoudre pour le dosage final.

» L'argent, dans nos essais, est demeuré réuni en un globule, au fond de la petite capsule de platine qui contenait la matière; mais on le redissout par l'acide azotique. Dans les cas de ce genre, on a à redouter la formation d'alliages du platine. On y obvie en opérant la combustion dans un petit creuset de biscuit que l'on a scié par le milieu, afin de n'en mettre que la moitié dans la bombe.

» Le mercure se disperse, en se volatilisant sur les parois de la bombe; on doit le récolter au moyen de l'acide azotique, etc.

» J'ai cru devoir entrer dans ces détails pratiques, afin de montrer la généralité de la méthode. En somme, le dosage des métaux dans la bombe est ramené à des conditions analogues à celles du dosage par incinération, l'emploi de la méthode nouvelle étant particulièrement avantageuse et préférable pour le dosage des métalloïdes. »

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur les réfractions moléculaires, la dispersion moléculaire et le pouvoir rotatoire spécifique de quelques alcoylcamphres.* Note de MM. **A. Haller** et **P.-Th. Muller**.

« Dans une précédente Communication ([1]), nous avons étudié les propriétés optiques des combinaisons du camphre droit avec quelques aldéhydes aromatiques; de l'ensemble de nos déterminations concernant ces combinaisons, nous avons conclu que l'*addition des aldéhydes aromatiques* a pour effet, non seulement *d'augmenter les réfractions et la dispersion moléculaires*, mais *encore d'exalter le pouvoir rotatoire des molécules*, jusqu'à le décupler.

» Nous avons continué les mêmes recherches sur les produits d'hydrogénation de ces combinaisons, c'est-à-dire sur les alcoylcamphres. Ainsi que l'un de nous l'a démontré ([2]), ces produits s'obtiennent en réduisant des solutions alcooliques des composés provenant de la copulation des aldéhydes avec le camphre, au moyen de l'amalgame de sodium. Les rapports qui existent entre ces deux catégories de dérivés du camphre

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXVIII, p. 1370; 1899.

([2]) A. Haller, *Comptes rendus*, t. CXIII, p. 22; t. CXXVIII, p. 1370.

peuvent se traduire par les deux schémas suivants, où

$$R = C^6H^5,\ C^6H^3O^2CH^3,\ C^6H^4C^3H^7;\ C^6H^4OCH^3,$$

$$C^8H^{14}\Big\langle\begin{matrix} C = CH.R \\ | \\ CO \end{matrix} \qquad C^8H^{14}\Big\langle\begin{matrix} CH - CH^2.R \\ | \\ CO \end{matrix}$$

Combinaisons du camphre avec les aldéhydes ou alcoylidènecamphres. — Alcoylcamphres.

» Nous avons mesuré les indices de ces composés par rapport à la raie du sodium et aux trois raies α, β, γ de l'hydrogène, à la température de $20° \pm 0,2$, avec le réfractomètre de Pulfrich.

» Pour la mesure de ces indices, comme pour celle des pouvoirs rotatoires, nous avons employé des solutions toluéniques des corps mis en expérience. Le mode opératoire a d'ailleurs été exactement le même que celui que nous avons suivi pour l'étude des alcoylidènecamphres.

» D'autre part, les réfractions moléculaires théoriques, ainsi que les dispersions moléculaires, ont été calculées dans les mêmes conditions que celles des combinaisons aldéhydiques.

» Le Tableau ci-dessous résume nos résultats : il est disposé dans le même ordre que celui de notre première Communication (¹); les lettres et les signes y ont la même signification.

Nom de la substance.	Formule.	Poids du corps dans 100 gr. de solution.	Normalité de la liqueur.	Réfractions moléculaires $\frac{n^2-1}{n^2+2}\frac{M}{d} = RM.$ α trouvé.	Calculé d'après Brühl.	Na trouvé.	Calculé d'après Conrady.	β.	γ.	Dispersion moléculaire $(R_\gamma - R_\alpha)$ M. Trouvé.	Calculé d'après Brühl.	Pouvoir rotatoire spécifique $(\alpha)_D$ à 20°.
Benzylidène camphre.	$C^{17}H^{20}O''\vert^{=}_{3}$	13,6044	$\frac{1}{2}$	73,25	72,31	73,79	73,05	74,98	76,03	2,78	2,23	141,82 (²)
Id.	Id.	6,8537	$\frac{1}{4}$	73,16	»	73,48	»	74,99	77,09	3,93	»	144,01
Id.	Id.	3,4559	$\frac{1}{8}$	73,95	»	74,00	»	75,71	77,11	3,16	»	143,08 (²)
Pipéronylidène c.	$C^{18}H^{22}O''O^{<}\vert^{=}_{3}$	8,1141	$\frac{1}{4}$	79,17	77,98	79,59	78,91	81,49	83,75	4,58	2,29	133,74
Cuminyl camphre.	$C^{20}H^{28}O''\vert^{=}_{3}$	6,5058	$\frac{1}{5}$	86,09	86,02	86,65	86,86	88,18	89,27	3,18	2,56	89,25
Éthylsaligényl c.	$C^{19}H^{26}O''O^{<}\vert^{=}_{3}$	6,5882	$\frac{1}{5}$	83,74	83,10	83,96	83,94	85,69	86,74	3,00	2,47	102,69
Métaméthoxybenzyl c.	$C^{18}H^{24}O''O^{<}\vert^{=}_{3}$	6,2071	$\frac{1}{5}$	79,23	78,53	79,58	79,33	81,38	82,69	3,46	2,35	127,36
Paraméthoxybenzyl c. ou anisyl camphre.	$C^{18}H^{24}O''O^{<}\vert^{=}_{3}$	7,7745	$\frac{1}{4}$	79,21	»	79,56	»	80,89	82,78	3,57	»	95,43

(¹) Dans ce Tableau (*Comptes rendus*, t. CXXVIII, p. 1340), il s'est glissé une faute d'impression; il faut lire $\frac{n^2-1}{n^2+2}$ et non $\frac{n^2-1}{n^2+1}$.

(²) Pouvoir rotatoire pris à une température oscillant aux environs de 20°. Les autres pouvoirs rotatoires ont été déterminés à une température de $20° \pm 0°,2$.

» Ainsi que nous l'avons annoncé, dans les alcoylidènecamphres, les perturbations constatées dans les réfractions et dispersion moléculaires sont dues probablement à la double liaison qui lie le camphre au reste aldéhydique. Les mêmes constantes, déterminées avec les alcoylcamphres où cette double liaison a disparu, montrent qu'il en est bien ainsi, puisque la concordance entre les réfractions moléculaires trouvées et celles calculées avec les *modules* de Brühl et de Conrady est suffisante, si l'on songe qu'on a affaire à des solutions assez étendues et que l'élimination du dissolvant repose sur des calculs un peu incertains, les modules ayant été déterminés à l'aide d'observations faites sur des liquides purs, sans dissolvants.

» La dispersion moléculaire présente encore avec les nombres calculés une divergence assez forte, de l'ordre de celle que l'on constate chez les aldéhydes aromatiques ([1]). Nous devons d'ailleurs faire observer que le module de dispersion ($\gamma - \alpha$) de la double liaison n'est pas constant pour les produits de la série aromatique ([2]), et il semble que le nombre 0,23 qui sert de base à nos calcuts soit trop faible dans le cas particulier. On sait que les dérivés *aliphatiques* du camphre n'offrent aucune anomalie de dispersion.

» Enfin le pouvoir rotatoire spécifique a aussi baissé, tout en restant encore supérieur à celui du camphre et de ses composés qui ne contiennent pas de double liaison. Toutefois cette diminution du pouvoir rotatoire pourrait trouver son explication dans la formation d'une espèce de racémiques, en ce qui concerne uniquement les groupements $-\overset{|}{C^{\star}}H - CH^2R$, dans lesquels, par suite de l'hydrogénation, l'atome marqué d'un astérisque devient asymétrique. Les molécules renfermeraient ainsi deux atomes de carbone asymétrique, dont l'un, celui du noyau, n'est pas modifié et continue à imprimer au dérivé du camphre son allure optique. Bien entendu, la présence de ces deux atomes asymétriques entraîne la possibilité, pour ces composés, de pouvoir exister sous quatre modifications, comme les bornéols et les acides camphoriques.

» *En résumé*, nous pouvons attribuer à la même cause l'exaltation de la réfraction, de la dispersion et du pouvoir rotatoire des combinaisons du

---

([1]) Brühl, *Zeitschr. f. physik. Chem.*, t. VII, p. 181.
([2]) Brühl, *loc. cit.*, p. 191.

camphre avec les aldéhydes aromatiques, toutes ces molécules renfermant un groupement *éthylénique* uni lui-même au noyau benzénique.

» L'influence spectrométrique de ce complexe est connue depuis longtemps par les travaux de Gladstone, d'Eykmann, de Brühl, de Walden, etc. (voir Brühl, *Zeit. f. physik. Chem.*, t. XXI, p. 410). D'autre part, Walden [1] avait de son côté constaté, quelques années après notre première publication sur les alcoylidènecamphres, l'influence de la double liaison sur le pouvoir rotatoire, sans que cependant ses dérivés amylés aient donné, même pour l'acide cinnamique, des divergences aussi notables que celles qui ont été observées par nous.

» Au point de vue du pouvoir rotatoire, nos dérivés restent uniques dans leur genre. »

M. **Duclaux**, en présentant à l'Académie le troisième Volume de son « Traité de Microbiologie », s'exprime comme il suit :

« Ce Volume est consacré à l'étude de la fermentation alcoolique. J'essaie de montrer la transformation profonde qu'a subie l'histoire de cette question, depuis la découverte faite par E. Buchner d'une zymase alcoolique, produisant, en dehors de la cellule de levure, de l'alcool et de l'acide carbonique aux dépens du sucre. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la formation d'une liste de deux candidats qui devront être présentés à M. le Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts, pour la place d'Astronome laissée vacante au Bureau des Longitudes par le décès de M. *Tisserand*.

Au premier tour de scrutin, destiné à la désignation du premier candidat, le nombre des votants étant 48,

M. Radau obtient.	28 suffrages
M. Wolf »	20 »

[1] *Zeitschr. für phys. Chem.*, t. XX, p. 583; 1896.

Au second tour de scrutin, destiné à la désignation du second candidat, le nombre des votants étant encore 48,

M. Bigourdan obtient	46 suffrages	
M. Wolf »	1	»

Il y a 1 bulletin blanc.

En conséquence, la liste présentée par l'Académie à M. le Ministre sera composée comme il suit :

En première ligne	M. **Radau**
En seconde ligne.	M. **Bigourdan**

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section de Géométrie.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 45,

M. Méray obtient . . . . 43 suffrages

Il y a 2 bulletins blancs.

M. **Méray**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section de Minéralogie.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 44,

M. Rosenbusch obtient . . . . . 44 suffrages

M. **Rosenbusch**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Marcellin Langlois** adresse, par l'entremise de M. Cornu, un nouveau Mémoire intitulé « Origine de la tension superficielle; sa loi de formation ».

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** donne lecture de la dépêche suivante qui est adressée à l'Académie, d'Odessa, à l'occasion du Centenaire de l'adoption du Système métrique :

« A l'occasion du Centenaire du Mètre, nous venons rendre hommage aux grands fondateurs du Système métrique, qui ont procuré à la France la gloire de faire adopter ce Système par le monde entier.

» *Les Présidents des Sociétés impériales naturalistes et technique.*

» Klossovsky et Depp. »

M. **H. Tarry** adresse, d'Alger, la Note suivante, relative à l'observation des Biélides dans la nuit du 28 au 29 novembre :

« Le temps a été pluvieux pendant toute la nuit du 27-28 et l'observation a été impossible; toutefois quelques personnes assurent que, pendant les éclaircies, on voyait beaucoup d'étoiles filantes.

» La section Flammarion a observé dans la nuit du 28-29 et a noté 12 étoiles filantes de $10^h 15^m$ à 1^h du matin, savoir :

De $11^h 10^m$ à $11^h 30^m$	1
De $11^h 30^m$ à minuit	5
De minuit à $12^h 30$	2
De $12^h 30^m$ à 1^h	4
Total	12

» Une circonstance indépendante de notre volonté n'a pas permis de continuer, quoique le temps fût très beau. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la théorie des fonctions discontinues.* Note de M. **R. Baire**, présentée par M. Picard.

« I. Quand on considère une fonction de variables réelles, on définit un domaine continu, à une ou plusieurs dimensions, et l'on suppose que, à tout système de valeurs appartenant à ce domaine (ou à un certain

ensemble contenu dans ce domaine), correspond un nombre déterminé.

» Nous remplacerons cette notion par la suivante :

» Étant donné un ensemble d'éléments pourvus d'une infinité d'indices, c'est-à-dire de la forme $x_{\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_p, \ldots}$ [voir ma Note : *Sur la théorie des ensembles* (*Comptes rendus*, 4 décembre)], on suppose qu'à chacun de ces éléments correspond un nombre; l'ensemble de ces nombres constituera une fonction définie sur l'ensemble d'éléments considéré.

» Soit Φ un ensemble d'éléments x de la nature précédente; soit F l'ensemble des suites d'indices des éléments de Φ; nous supposerons F parfait, et nous dirons aussi que Φ est parfait. Soit E l'ensemble de groupes qui détermine F.

» Considérons une fonction quelconque $f(x)$ définie sur l'ensemble d'éléments Φ. Si g est un groupe de E, l'ensemble des valeurs de la fonction pour les éléments contenus dans g a un maximum $\mathrm{M}[f(x), g]$, un minimum $m[f(x), g]$. Considérons maintenant un élément particulier, soit $x_{\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_p \ldots}$; il fait partie des groupes $(\alpha_1), (\alpha_1, \alpha_2), \ldots, (\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_p), \ldots$; la suite des nombres M relatifs à tous ces groupes a une limite que nous appellerons *le maximum de $f(x)$ pour l'élément $x_{\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_p, \ldots}$* et que nous désignerons par $\mathrm{M}[f(x), x_{\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_p, \ldots}]$. On définira d'une manière analogue le nombre $m(f, x_{\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_p, \ldots})$.

Reprenons le groupe g. Il existe un nombre $\mathrm{M}'(f, g)$ tel que les éléments pour lesquels $f > \mathrm{M}'$ forment un ensemble de première catégorie dans g, tandis que ceux pour lesquels $f > \mathrm{M}' - \varepsilon$ forment un ensemble de deuxième catégorie, quel que soit $\varepsilon > 0$. On définit de même $m'(f, g)$, puis, par le même procédé que tout à l'heure, les nombres $\mathrm{M}'(f, x_{\alpha_1, \alpha_2, \ldots \alpha_p, \ldots})$, $m'(f, x_{\alpha_1, \alpha_2, \ldots \alpha_p, \ldots})$.

» On a, pour tout élément x,

$$\mathrm{M} \geqq \mathrm{M}' \geqq m' \geqq m.$$

» Posons, en outre,

$$\varpi\,[f, x] = \mathrm{M}\,[f, x] - m\,[f, x],$$
$$\varpi'[f, x] = \mathrm{M}'[f, x] - m'[f, x].$$

Si, pour un élément déterminé x, on a $f(x) = \mathrm{M}[f, x]$, on dira que f est semi-continue supérieurement pour cet élément; de même, si $f = m[f, x]$, la fonction est dite *semi-continue inférieurement*. Enfin, si l'on a $f = \mathrm{M} = m$, la fonction est dite *continue*.

» Quelle que soit f, les fonctions suivantes de l'élément x : M, $-m$, ϖ,

M′, $-m'$, ϖ', sont semi-continues supérieurement, pour chaque élément.

» II. Ces principes étant posés, je vais essayer d'en indiquer quelques applications. Je me suis proposé d'étudier l'ensemble E de fonctions discontinues d'une variable, que j'ai défini dans une Note précédente (*Comptes rendus*, 6 juin 1898), et dans ma thèse (Ch. III, Section I). Cet ensemble E possède les deux propriétés suivantes : 1° il renferme les fonctions continues (on pourrait se contenter de dire les polynomes); 2° il contient toutes ses fonctions limites. Il se divise en classes de fonctions, marquées par les nombres de M. Cantor : $0, 1, 2, \ldots, n, \ldots, \omega, \ldots, \alpha, \ldots$. La classe 0 forme l'ensemble des fonctions continues; la classe 1 forme l'ensemble des fonctions étudiées au Chapitre II de ma thèse.

» Dès qu'on aborde l'étude des fonctions de classe 2, on peut, dans le champ de variation de la variable, faire abstraction d'un ensemble dénombrable quelconque; par exemple, si l'on considère le continu $0 \leqq x \leqq 1$, on peut se borner à étudier les valeurs de $f(x)$ pour les valeurs irrationnelles de x. D'autre part, considérons l'ensemble de tous les groupes d'entiers possibles; les nombres irrationnels compris entre 0 et 1 peuvent être assimilés aux éléments x contenus dans ces groupes : on considérera l'élément $x_{\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_p, \ldots}$ comme définissant le nombre irrationnel dont la suite des quotients incomplets est $(\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_p, \ldots)$. On est ainsi ramené, pour la question qui nous occupe, à étudier des *fonctions d'éléments* de la nature indiquée dans le § I de cette Note. La théorie des *fonctions d'éléments* sera plus générale que la théorie des fonctions faite en prenant pour point de départ un champ de variation continu de la variable; elle la comprendra comme cas particulier, mais elle nous permettra d'aborder des problèmes dont cette théorie ne pourrait pas nous fournir la solution.

» Revenons à l'ensemble E. Pour caractériser les fonctions de cet ensemble, il est naturel de rechercher une propriété *se conservant à la limite*, c'est-à-dire telle que, si les fonctions $f_1, f_2, \ldots, f_n$, d'une suite possédant une fonction limite f la possèdent, la fonction f la possède aussi. Je suis parvenu à trouver une telle propriété; en voici l'énoncé sous sa forme la plus générale :

Si, pour chacune des fonctions $f_1, f_2, \ldots, f_n$, définies sur un ensemble parfait d'éléments Φ, la fonction $\varpi'(f_i)$ a son minimum nul pour tout élément, la fonction f, limite de f_n, est aussi de telle nature que $\varpi'(f)$ a son minimum nul pour tout élément.

» Sous une forme plus abrégée, je dirai : *La propriété exprimée par* $m[\varpi'(f)] = 0$ *se conserve à la limite.*

» Ce théorème nous donne des conditions nécessaires pour les fonctions de E; il reste à voir si elles sont suffisantes, et à distinguer les différentes classes de E entre elles; je suis déjà parvenu à trouver des propriétés spéciales aux fonctions de classe 2. »

PHYSIQUE. — *Méthode pour déterminer la densité moyenne de la Terre et la constante gravitationnelle.* Note de M. **Al. Gerschun**, présentée par M. Lippmann.

« Dans la présente Communication je donne la description schématique d'une nouvelle méthode pour déterminer la densité moyenne de la Terre et la constante de l'attraction.

» Si l'on approche de la surface libre d'un liquide une masse pesante, la surface du liquide prend la forme d'une surface d'égal potentiel newtonien, provenant de l'action simultanée de la Terre et de la masse pesante qui perturbe le champ gravitationnel de la Terre. Si le corps perturbateur a la forme d'une sphère de masse μ, dont le centre est à une distance h de la surface libre (supposée très grande) du liquide, la surface sera de révolution, autour d'un axe passant par les centres du corps et de la Terre. Le rayon ρ de la sphère osculatrice à cette surface à son point ombilic est donné par

$$\rho = \frac{Mh^2 - \mu R^2}{\mu R^3 + Mh^3} hR,$$

où M est la masse de la terre, R son rayon.

» Pour toutes les masses ne dépassant pas des dimensions possibles en pratique, le second terme μR^2 du numérateur est complètement négligeable en comparaison avec le premier terme Mh^2. En le négligeant et en supposant que la Terre et la masse donnée ont la forme d'une sphère, nous avons

$$\frac{R}{\rho} = 1 + \frac{d}{\delta}\alpha^3,$$

où d est la densité de la masse μ, δ la densité moyenne de la Terre, $\alpha = \frac{r}{h}$, r étant le rayon de la sphère μ.

» Cette expression nous montre qu'à condition d'une valeur constante de α, la valeur de ρ ne dépend pas du rayon r de la sphère, mais seulement de sa densité. Cela nous donne la possibilité d'employer comme masse

perturbatrice une sphère de petites dimensions, faite d'un corps à grande densité, par exemple une petite sphère de platine. Dans ce dernier cas, si nous posons $\delta = 5,5$ et $\varkappa = 0,9$, nous avons $\rho = 0,26 R$, c'est-à-dire près de 1650^{km}.

» Si nous avions une méthode pour mesurer, avec une exactitude suffisante, des rayons de courbure de la grandeur donnée, nous pourrions mesurer ρ et, d'après la valeur de ρ, calculer δ la densité moyenne de la Terre et C la constante de l'attraction.

» Pour déterminer la valeur de ρ on peut employer une méthode optique basée sur le moyen d'une extrême sensibilité que Foucault a donné pour vérifier la planéité des surfaces optiques. Si l'on fait tomber un faisceau homocentrique de lumière sous un angle d'incidence $\varphi > 0$ sur l'ombilic d'une surface de révolution réfléchissante, le faisceau réfléchi de homocentrique deviendra astigmatique, et les rayons se réuniront en deux lignes focales, dont une sera située dans le plan d'incidence, l'autre dans un plan perpendiculaire. Si le rayon de la sphère osculatrice à l'ombilic de cette surface est ρ, nous avons (dans le cas d'un ρ très grand), avec une approximation suffisante, l'expression suivante pour la distance β entre ces deux lignes focales :

$$\beta = \frac{2S^2}{\rho} \sin\varphi \tang\varphi,$$

où S est la distance de la source lumineuse à la surface réfléchissante.

» Dans le cas d'une surface convexe les deux lignes focales virtuelles peuvent être observées au moyen d'une lunette, dont l'axe est dirigé suivant le rayon axial du faisceau réfléchi astigmatique. Le déplacement de l'oculaire de la lunette nécessaire pour passer de la mise au point d'une ligne focale à celle d'une autre est donné par

$$\gamma = \frac{2}{\rho} F^2 \frac{1}{(1-k)^2} \tang\varphi \sin\varphi,$$

où F est la distance focale principale de l'objectif de la lunette et $k = \frac{F-p}{S}$, p étant la distance de l'objectif au point considéré de la surface. Pour des valeurs de F et de φ assez grandes la valeur de γ même pour des ρ énormes est assez considérable et peut être mesurée avec une exactitude suffisante ([1]). Pour $F = 10^m$, $\varphi = 85^o$, $k = 0,5$, $\rho = 1000^{km}$, nous

([1]) J'ai pu mesurer de cette manière, au moyen d'un simple viseur à lunette, la courbure (rayon de quelques kilomètres) d'un miroir d'héliostat.

avons $\gamma = 0^{cm},9$. Un objectif d'une très grande distance focale (comme par exemple l'objectif de M. Gautier) donnerait des valeurs de γ beaucoup plus considérables.

» Cette méthode nous permet de mesurer le rayon de courbure de l'ombilic de la surface du liquide soumis à l'influence de la masse perturbatrice, et de trouver en conséquence la valeur de la densité moyenne de la Terre.

» En exécutant des mesures d'après la méthode décrite il faut employer comme surface liquide un bain de mercure. La courbure propre du sommet de la surface, provenant des forces capillaires, peut être négligée même pour un bain de dimensions assez restreintes, comme on peut le montrer aisément au moyen des formules données par Laplace. Les changements de forme de la surface, qui proviennent de l'action d'autres masses environnantes influençant le champ gravitationnel de la Terre, peuvent être notablement diminués par un groupement convenable de ces masses et leur influence peut être annulée avec une approximation suffisante par une double mesure de ρ, en observant la surface sous l'action de la masse μ et sans la masse μ. Pareillement on peut éviter par une méthode bien connue la nécessité de mesurer exactement la distance h, en observant les valeurs de ρ pour deux distances h_1 et h_2, dont la différence est mesurée avec une précision suffisante.

» Les difficultés que présente la mesure exacte de γ, à cause de la profondeur de foyer des objectifs à long foyer, peuvent être notablement diminuées en observant les phénomènes de diffraction au plan focal de l'objectif et en employant comme source lumineuse un réseau rectangulaire, éclairé à la lumière monochromatique; les lignes du réseau doivent être situées dans le plan d'incidence et perpendiculairement à ce plan. Pareillement la mesure directe de la valeur de l'angle φ, qui doit être connue avec une grande exactitude, peut être évitée en mesurant successivement le déplacement γ pour quelques points d'intersection d'une ligne verticale du réseau avec les lignes horizontales qui la coupent.

» Les calculs préalables et quelques expériences préliminaires ont montré que la méthode décrite peut donner une précision pas moindre que celle donnée par les méthodes connues et probablement ne présentera pas de difficultés d'exécution plus grandes que ces méthodes.

» Les détails de la méthode seront publiés dans le *Journal de la Société astronomique russe*. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur le principe de l'égalité de l'action et de la réaction*. Note de M. **André Broca**, présentée par M. Cornu.

« En électricité, on démontre que, malgré la forme de la loi de Laplace, l'action d'un pôle sur un courant fermé, ayant partout la même intensité, passe par le pôle et qu'il y a alors égalité de l'action et de la réaction (¹).

» M. Vaschy, complétant un théorème dû à Stokes, a montré (*Comptes rendus*, 1894. — *Théorie de l'électricité*. Baudry, 1895) l'existence de masses vectorielles agissant, suivant la loi de Laplace, sur un pôle scalaire dans un champ de force de nature quelconque. Je veux montrer qu'on a le droit de calculer comme en électricité la réaction du pôle sur les masses, et que cette réaction est directement opposée et égale à l'action. Soient X, Y, Z, les composantes de la force exercée en tout point sur la masse scalaire d'exploration du champ. Les masses vectorielles élémentaires de Vaschy ont pour expression :

» 1° $M_x\,d\varpi = \frac{1}{4\pi}\left(\frac{\partial Z}{\partial y} - \frac{\partial Y}{\partial z}\right) d\varpi$ et les deux autres composantes par permutation, $d\varpi$ étant l'élément de volume. Ces masses n'existent que là où il n'y a pas de potentiel.

» 2° $N_x\,d\omega = \frac{1}{4\pi}(nY_1 - mZ_1)\,d\omega$ et les autres composantes par permutation. X_1, Y_1, Z_1 sont les composantes de la discontinuité de la force; $d\omega$ est l'élément de surface d'une surface de discontinuité; l, m, n sont les cosinus directeurs de sa normale au point considéré.

» Nous allons montrer que les masses de deuxième espèce n'existent pas et que les premières forment des tubes conservatifs malgré les surfaces de discontinuité, ce qui permettra de réduire leur action sur une masse scalaire à celle d'un feuillet analogue au feuillet magnétique. Dans ce cas, la réaction pourra se calculer sur ce feuillet, c'est-à-dire qu'il y aura encore égalité de l'action et de la réaction, celle-ci pouvant être calculée élémentairement par la loi de Laplace.

» Nous allons généraliser aux points où il n'y a pas de potentiel le théorème démontré par Maxwell, p. 95 de son *Traité*.

» Théorème. — *Sur une surface de discontinuité d'un champ de vecteur, la*

(¹) Potier, *Cours de Physique de l'École Polytechnique*.

composante normale seule de ce dernier peut être discontinue, sauf si la force est infinie au point considéré.

» Soit F_s la composante de la force suivant le chemin *ds*. Le théorème de Stokes nous apprend que, pour un contour infiniment petit *c*,

$$\int_c F_s\,ds = \left[l\left(\frac{\partial Z}{\partial y} - \frac{\partial Y}{\partial z}\right) + m\left(\frac{\partial X}{\partial z} - \frac{\partial Z}{\partial x}\right) + n\left(\frac{\partial Y}{\partial x} - \frac{\partial X}{\partial y}\right)\right] d\omega.$$

» Le second membre est du second ordre; donc, pour un contour *c* infiniment petit, $F_s\,ds$ peut être considéré comme une différentielle exacte. Si donc $F_{s_1}\,ds_1 = \delta V_1$ est nécessaire pour aller d'un point M à un point M_1, et $F_{s_2}\,ds_2 = \delta V_2$ pour allér de M en M_2, on aura, en appelant F_s la composante de F suivant $M_1 M_2$,

$$F_s\,ds = \delta V_2 - \delta V_1, \qquad \text{d'où} \qquad F_s = \frac{\delta V_2 - \delta V_1}{ds}.$$

» Soit maintenant un chemin traversant une surface de discontinuité, la fonction δV prendra toujours un accroissement de l'ordre de *ds*, si la force n'y est pas infinie; or, *ds* peut être pris du second ordre pour le passage, donc δV aura, de part et d'autre de la surface, la même valeur, s'il est calculé en partant d'un point M infiniment voisin.

» Soit un élément de longueur $A_1 B_1$, du premier ordre, tout entier dans une région de continuité, et infiniment voisin du second ordre de la surface, et soient A_2 et B_2 des points à distance du second ordre respectivement de A_1 et B_1, mais dans l'autre région de continuité. En appliquant ce qui vient d'être dit, on voit immédiatement que δV_1 entre A_1 et B_1 est le même que δV_2 entre A_2 et B_2, puisque les valeurs en A_1 et A_2 sont les mêmes au second ordre près ainsi qu'en B_1 et B_2. Donc $F_{s_1}\,ds_1 = F_{s_2}\,ds_2$, comme $ds_1 = ds_2$, $F_{s_1} = F_{s_2}$, et la seule condition à remplir étant que les F_s soient parallèles à la surface de discontinuité, le théorème est démontré.

» Corollaire I. — *En prenant l'axe des z normal à la surface de discontinuité en un point, on voit immédiatement que la masse vectorielle de surface* N *est nulle* ($l = m = X_1 = Y_1 = 0$) *quand la force n'est pas infinie en ce point.*

» Corollaire II. — *Le vecteur* M *forme partout des tubes fermés soumis à la condition* $M\,d\omega =$ const., $d\omega$ *étant leur section droite.*

» En effet, le théorème de Stokes nous apprend que, *c* étant un contour et S une surface limitée à ce coutour,

$$\int_c F_s\,ds = \int_S (l M_x + m M_y + n M_z)\,d\omega.$$

Si le contour c est une section droite infiniment petite d'un tube de vecteur M, nous pouvons prendre pour S : 1° la surface plane qu'il limite ; 2° une portion de surface latérale du tube de vecteur et une autre section droite de celui-ci. Les deux intégrales de surfaces seront égales comme étant toutes deux égales à l'intégrale de ligne. Or, les éléments dus à la surface latérale du tube sont nuls, donc $M\,d\omega = M_1\,d\omega_1$. Ceci s'applique dans toute région de continuité. Je dis que cela s'applique même quand on traverse une surface de discontinuité.

» En effet, on voit immédiatement que $\int_c F_s\,ds$ est le même pour toute courbe tracée sur la surface d'un tube de vecteur M', et c'est cette valeur qui détermine la valeur $M\,d\omega$, constante dans une région de continuité de la force. Soit alors un tube coupant une surface de discontinuité ; les deux contours parallèles à l'intersection des deux surfaces et respectivement de part et d'autre de la surface de discontinuité et à distance du second ordre de celle-ci, détermineront $M\,d\omega$ dans les deux régions. Or, la composante de la force mise en jeu pour ces parcours est parallèle partout au plan tangent, donc est continue, et les deux contours étant à distance du second ordre, $M\,d\omega$ a la même valeur de part et d'autre d'une surface de discontinuité de la force. Donc, les tubes de vecteur de Stokes M sont infinis ou fermés, et le champ de force dû à l'un d'eux en un point extérieur sera de la forme $F = \int \frac{M\,d\varpi \sin\theta}{r^2} = \int \frac{M.d\omega.ds.\sin\theta}{r^2}$. Or,

$$M\,d\omega = \text{const.} = I,$$

et nous pouvons écrire ceci $F = \int_c \frac{I\,ds\sin\theta}{r^2}$, c étant un contour fermé.

» Le principe de l'égalité de l'action et de la réaction est donc absolument général.

» Nous pouvons encore tirer de là une particularisation du théorème d'Helmholtz (Mémoire de 1847). Celui-ci démontre que pour les régions à potentiel on peut ramener l'explication du champ à des forces centrales. Nous voyons que ces forces centrales peuvent toujours être considérées comme dues à des masses scalaires agissant en raison inverse du carré des distances.

» Nous terminerons par trois remarques. En appliquant aux régions à potentiel ce que nous avons vu d'une manière générale, nous voyons qu'il ne peut y avoir de discontinuité du potentiel. Donc les différences de potentiel au contact de deux corps sont produites dans une « couche de » passage » à variation rapide.

» De même, le vecteur courant électrique étant partout tangent au fil ne peut être discontinu. Il passe donc forcément de la valeur au centre à la valeur zéro dans le diélectrique par une couche de passage à variation rapide, où la résistance tend vers l'infini.

» Ce que nous venons de dire étant général s'applique au régime variable; même dans ce cas, tous les courants électriques sont fermés comme l'avait prévu Maxwell. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du chlorure d'aluminium sur l'anhydride camphorique* [1]. Note de M. G. Blanc.

« L'action du chlorure d'aluminium sur l'anhydride camphorique fournit, comme l'on sait, l'acide isolauronolique avec un bon rendement [2]. Il se produit également, dans cette réaction, un certain nombre de produits secondaires que j'ai, dans une première étude, laissés intentionnellement de côté pour m'occuper exclusivement de l'acide isolauronolique. Mais, depuis que la constitution de ce dernier acide ne fait plus de doute, je reviens à l'étude de ces produits secondaires, avec l'intention de les décrire sommairement.

» Dans la préparation de l'acide isolauronolique, on obtient une assez grande quantité d'une liqueur mère de cristallisation qui, soumise à la distillation dans le vide, se scinde en deux portions : une partie qui distille et un résidu charbonneux qui est éliminé.

» La partie distillée, semi-solide, constitue environ 30 à 35 pour 100 du poids de l'anhydride camphorique employé. Par une série de cristallisations fractionnées, on peut la scinder très aisément en trois portions : 1° de l'anhydride camphorique inaltéré; 2° de l'acide isolauronolique; 3° un liquide huileux, bouillant à 140°-145° sous une pression de 20^{mm} de mercure (rendement 10 à 11 pour 100).

» Un grand nombre d'extractions répétées par une solution de bicarbonate de potasse divise ce liquide en deux parties : une partie acide et une partie neutre.

» *Partie acide.* — Cette portion bout entièrement à 140°-142° ($H = 20^{mm}$). Soumise à l'analyse, elle fournit des chiffres intermédiaires entre les nombres correspondant aux formules $C^9H^{14}O^2$ et $C^9H^{16}O^2$, ce qui prouve qu'elle est formée d'un mélange de plusieurs acides possédant ces formules. N'ayant pu les séparer par cristallisation fractionnée des sels de baryum, et, d'autre part, pensant que les produits en H^{16} de-

(1) Faculté des Sciences de Paris, laboratoire de Chimie organique.

(2) *Bulletin de la Société chimique*, 3e série, t. XV, p. 1191. — *Thèse de Paris*, 1899, et *Annales de Physique et de Chimie*, octobre 1899.

vaient être saturés, j'ai dû me contenter d'isoler ceux-là, en détruisant les autres par le permanganate de potassium.

» L'oxydation se fait à la température de 0° en solution très légèrement alcaline, et de la même façon que pour l'obtention de l'acide isolauronique. Les liquides d'oxydation, évaporés à un petit volume, sont additionnés d'un léger excès d'acide chlorhydrique, puis soumis à l'action d'un fort courant de vapeur d'eau.

» Dans le liquide résiduel, on a reconnu la présence des produits d'oxydation de l'acide isolauronique et de l'acide isolauronolique (acides oxalique, diméthylsuccinique, diméthylhexanonoïque, isolauronique), plus un acide huileux, non cétonique, qui doit vraisemblablement correspondre à un acide $C^9H^{14}O^2$, non saturé et différent de l'acide isolauronolique.

» Le produit qui a passé avec la vapeur d'eau peut être séparé en deux acides possédant tous deux la formule $C^9H^{16}O^2$ et qui sont saturés. Le *premier* est un corps solide, fusible à 76°-77°. Son amide $C^8H^{15}CO\,AzH^2$ est en fines aiguilles fondant à 190°.

» L'éther bromé que l'on obtient par la méthode classique bout à 130°—132° ($H = 25^{mm}$). La potasse alcoolique le convertit en un acide incomplet $C^9H^{14}O^2$ fusible à 108°—110° et différent de l'acide isolauronolique. Son amide $C^8H^{13}CO\,AzH^2$ fond à 163°.

» Le *second* de ces deux acides est une huile incristallisable, d'une odeur d'acide gras à point d'ébullition élevé. Son amide est liquide. De plus, les tentatives faites en vue d'obtenir l'acide non saturé correspondant, en passant par l'éther bromé, n'ont jusqu'ici fourni aucun résultat.

» *Partie neutre.* — Cette partie, convenablement purifiée par un traitement au gaz ammoniac sec et un fractionnement soigné, constitue un liquide huileux, d'une forte odeur lactonique, insoluble dans les alcalis étendus froids, soluble dans les alcalis chauds et répondant à la formule $C^9H^{14}O^2$. Il bout mal entre 125° et 135° ($H = 30^{mm}$). Ce produit est vraisemblablement la lactone d'un acide $C^9H^{16}O^3$.

» Je m'apprêtais à continuer cette étude, quand je me suis aperçu que cette lactone avait déjà été l'objet d'une Note dans les *Proceedings* et je me vois contraint de l'abandonner.

» On peut néanmoins tirer de ce court travail une conclusion intéressante. Si les acides $C^9H^{16}O^2$ renfermaient le même noyau que l'acide isolauronolique (le noyau du camphre en général), ils devraient tous deux être identiques à l'acide dihydroisolauronolique. Comme il n'en est rien, on en conclut qu'ils constituent des produits de transposition moléculaire de l'anhydride camphorique. Il en est très vraisemblablement de même de la lactone $C^9H^{14}O^2$, dont la formule de constitution devra, pour être valable, être démontrée directement. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Alcalimétrie des amines* [1]. Note de M. A. **Astruc**.

« Menschoutkine et Dibowsky ont indiqué [2] qu'une solution aqueuse de chlorhydrate d'aniline à laquelle on ajoute quelques gouttes de solution alcoolique de phénolphtaléine donne à ce réactif un virage alcalin, lorsque, pour une molécule de sel d'aniline, on a ajouté exactement une molécule d'alcali. Ils ont rendu ce mode de dosage général en l'appliquant à l'ammoniaque et aux amines grasses en dissolution, à l'état de chlorhydrate, dans l'alcool à 95°.

» Le 6 novembre dernier, M. Berthelot communiquait à l'Académie des Sciences les résultats obtenus avec l'éthylènediamine et la diéthylènediamine ou pipérazine, en présence d'hélianthine et de phénolphtaléine. Ces bases sont monoacides à la phénolphtaléine, et diacides à l'hélianthine.

» Depuis quelque temps, je m'occupais du dosage alcalimétrique des amines en employant les deux réactifs indicateurs déjà cités. Il n'est pas à ma connaissance que cette étude comparative ait été faite; mais les résultats publiés par M. Berthelot m'engagent à indiquer immédiatement les conclusions auxquelles je suis arrivé.

» J'ai examiné successivement le titrage alcalimétrique des amines grasses et des amines aromatiques.

» Les premières sont caractérisées par ce fait qu'elles sont monoacides à la fois aux deux réactifs.

» Les bases grasses qui ont servi à ce travail sont :

Méthylamine..........................	en solution aqueuse
Diméthylamine........................	»
Triméthylamine.......................	»
Hydrate de tétraméthylammonium.......	»
Éthylamine..........................	»
Diéthylamine.........................	»
Triéthylamine........................	»
Hydrate de tétraéthylammonium	»
Propylamine..........................	»
Dipropylamine........................	»

---

[1] Travail fait au laboratoire de recherches chimiques de l'École de Pharmacie de Montpellier, dirigé par M. Henri Imbert.

[2] *Journal soc. phys. chim. R.*, t. XXIX, p. 241, et t. XV, p. 95.

Tripopylamine	en solution hydroalcoolique
Butylamine normale	en solution aqueuse
Isobutylamine.........................	»
Amylamine	»
Diamylamine...........................	en solution hydroalcoolique

» Les amines aromatiques primaires, au contraire, sont neutres à la phénophtaléine, mais se conduisent comme bases monoacides au méthyl-orange.

» Telles sont :

L'aniline.................	en solution hydroalcoolique
L'*o*-toluidine.............	Id.
La *p*-toluidine...	en solution aqueuse
La naphtylamine α.........	en solution hydroalcoolique
Id. β....... .	Id.

» Se conduisent d'une façon identique :

La diméthylaniline,
La pyridine,
La quinoléine,
La phénylhydrazine,

auxquelles il faut joindre l'hydroxylamine.

» Pour ce dernier corps, au lieu d'employer une solution d'hydroxylamine, j'ai opéré d'une façon inverse, sur le chlorhydrate d'hydroxylamine en solution aqueuse. Ce sel est acide à la phénophtaléine, mais il est sensiblement neutre à l'hélianthine, et il faut ajouter très approximativement 1 molécule d'alcali pour 1 molécule de sel, afin d'amener le virage à la phénolphtaléine.

» Si l'on compare ces deux séries d'expériences, on voit que l'emploi successif des deux réactifs indicateurs permet d'accuser entre les amines grasses et les amines aromatiques la même différence de basicité qu'indiquent les données thermochimiques. Ainsi les amines grasses se conduisent comme des bases fortes, faisant virer les deux réactifs, mais les amines aromatiques accusent une fonction basique plus faible, puisqu'elles sont sans action sur la phtaléine, mais monoacides à l'hélianthine. Cette diminution de la basicité du radical ammoniaque est encore produite par la substitution à un atome d'hydrogène de la molécule AzH^3 d'un oxhydrile OH (hydroxylamine).

» D'autre part, la substitution de deux radicaux gras aux deux atomes

d'hydrogène ammoniacaux de l'aniline n'influe en rien sur la basicité du corps (diméthylaniline).

» Même lorsque l'azote ammoniacal fait partie du noyau aromatique (pyridine, quinoléine), la basicité est encore abaissée d'un degré.

» La phénylhydrazine se conduit elle-même comme base faible, et il convient, ce que je fais en ce moment, de comparer son action à celle de l'hydrazine, et l'action de celle-ci à celle des diamines étudiées par M. Berthelot.

» J'ai en outre examiné l'action d'une solution hydroalcoolique de diphénylamine. J'ai constaté que l'introduction d'un nouveau radical aromatique dans la molécule d'aniline entraînait une diminution de la basicité, puisque ce corps est neutre aux deux réactifs.

» Enfin, une diamine aromatique, la paraphénylène-diamine, bien que possédant deux fonctions ammoniacales, est neutre à la phénolphtaléine et monoacide à l'hélianthine.

» En résumé, les deux réactifs employés successivement permettent de caractériser deux basicités bien différentes : celle des amines purement grasses, qui se conduisent comme bases fortes, résultat d'accord avec les données thermochimiques; celle des amines aromatiques primaires, qui se conduisent comme bases faibles, ne faisant virer que le méthylorange, résultat d'accord également avec les données thermochimiques.

» L'influence d'un second radical aromatique, dans une amine aromatique secondaire, fait disparaître toute basicité aux deux réactifs.

» Mais il est difficile de tirer une conclusion de l'examen isolé des caractères de basicité de la paraphénylène-diamine.

» J'appellerai l'attention sur ce point, que l'hélianthine sert à caractériser une fonction acide fort, et inversement une fonction base faible; la phtaléine, au contraire, permet de déceler une fonction acide faible et une fonction base forte. »

CHIMIE ANIMALE. — *Sur la coexistence d'une diastase réductrice et d'une diastase oxydante dans les organes animaux*. Note de MM. **J. Abelous** et **E. Gérard**, présentée par M. Arm. Gautier.

« Nous avons établi qu'il existait dans l'organisme animal un ferment soluble qui réduit les nitrates en nitrites. Au cours de nos recherches, nous avons constaté que le temps de séjour à l'étuve exerçait une influence

manifeste sur la quantité de nitrite formée. Cette quantité va en effet en croissant avec la durée du séjour à l'étuve jusqu'à la vingt-quatrième heure pour diminuer ensuite. Si, par exemple, la quantité de nitrite exprimée en anhydride azoteux est de $0^{gr},0012$ (pour 100^{cc} d'extrait de rein à parties égales et 4^{gr} d'azotate de potasse) au bout de quatre heures, elle est de $0^{gr},0022$, de $0^{gr},0030$ et de $0^{gr},0039$ au bout de sept, seize et vingt-quatre heures, pour descendre à $0^{gr},0028$ au bout de quarante-huit heures.

» Il semble donc qu'à un moment donné il y ait disparition d'une certaine quantité de nitrite. Nous avons été ainsi amenés à nous demander si cette diminution n'était pas la conséquence d'une oxydation d'une partie du nitrite produit, la quantité de nitrite trouvée au bout d'un certain temps ne représentant que l'excès de la réduction sur l'oxydation, et, au cas où il y aurait oxydation, quel était le mécanisme qui la provoquait.

» D'une part, si l'on ajoute à 100^{cc} de macération de rein de cheval, *préalablement bouillie*, une petite quantité de nitrite de sodium, $0^{gr},001$ par exemple, et qu'on maintienne le mélange à l'étuve pendant vingt-quatre à quarante-huit heures, on constate qu'il n'y a pas disparition de nitrite.

» Au contraire, si l'on effectue la même expérience avec la macération de rein *non soumise à l'ébullition*, la majeure partie du nitrite disparaît, et après un séjour prolongé à l'étuve on ne retrouve plus de nitrite.

» Les résultats sont aussi nets quand, au lieu de l'extrait aqueux de rein, on emploie une solution aqueuse obtenue avec le précipité qui se forme quand on traite l'extrait rénal par quatre à cinq fois son volume d'alcool (précipité desséché dans le vide à basse température).

» C'est donc à l'intervention d'une oxydase qu'est due la disparition du nitrite.

» On peut d'ailleurs arriver à supprimer complètement, ou à peu près, l'action réductrice des extraits et laisser intacte l'action oxydante. Il suffit pour cela de soumettre préalablement la pulpe rénale à la digestion soit par la papaïne, soit par la trypsine. On obtient ainsi, quand la digestion est assez avancée, des liqueurs qui ne réduisent plus d'une façon appréciable le nitrate de potasse ou qui, tout au plus, ne produisent qu'une quantité de nitrite infiniment moindre que lorsque la pulpe rénale n'a pas été soumise à la digestion.

» Par contre, l'extrait de rein digéré oxyde les nitrites plus énergiquement que l'extrait de rein non digéré, car dans le premier cas l'action réductrice ne gêne plus l'action oxydante. Inversement, on peut arriver à diminuer l'action oxydante et, par suite, à obtenir un rendement plus fort

en nitrite : Il suffit pour cela de priver d'air l'extrait rénal nitraté et de le mettre en présence d'une atmosphère d'un gaz inerte, comme l'hydrogène. C'est ainsi que, si l'on abandonne à 42° pendant vingt-quatre heures deux extraits de rein de cheval additionnés de nitrate (extrait 100^{cc}, azotate de potasse 8^{gr} et chloroforme 1^{cc}), l'un en présence de l'air, l'autre dans une atmosphère d'hydrogène, le dosage des nitrites permet de constater qu'il s'est produit dans la liqueur aérée $0^{gr},0030$ de nitrite, exprimé en anhydride azoteux, et $0^{gr},0038$ dans la liqueur privée d'air et laissée en contact avec l'hydrogène.

» En présence de ces faits, nous nous croyons autorisés à conclure que, dans les macérations aqueuses de rein de cheval, il y a coexistence d'un ferment soluble réducteur et d'un ferment soluble oxydant, la présence de ce dernier pouvant entraîner la disparition d'une certaine proportion des produits dus au ferment réducteur. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la presence de la mannocellulose dans le tissu ligneux des plantes gymnospermes* (1). Note de M. **Gabriel Bertrand**, présentée par M. Duclaux.

« En reprenant l'étude de la substance gommeuse retirée du bois par Poumarède et Figuier, à l'aide de la lessive de soude (2), Thomsen a observé que le pin et le sapin, contrairement à ce qui arrive avec le bouleau, le hêtre, le chêne et quelques autres arbres, ne fournissent que des quantités insignifiantes de gomme de bois (3).

» Cette observation, confirmée plus tard par Koch, et même étendue par cet auteur à deux autres conifères, l'if et le genévrier (4), est passé presque inaperçue. Il était cependant intéressant de savoir si des plantes, telles que des conifères et des angiospermes, déjà séparées par l'ensemble de leurs caractères sexuels et la structure anatomique de leur bois, présentent une telle différence de processus physiologiques qu'on puisse encore les reconnaître à la composition de leurs membranes cellulaires.

» Aussi, à la suite des recherches que j'ai publiées, il y a quelques

(1) Travail du laboratoire de Chimie du Muséum.
(2) *Comptes rendus*, t. XXIII, p. 918; 1846.
(3) *Journ. für prakt. Chemie*, t. XIX, p. 146; 1879.
(4) *Pharmaceut. Zeitsch. für Russland*, t. XXV; 1886.

années, sur la composition immédiate du tissu ligneux ([1]), ai-je entrepris l'analyse du bois des gymnospermes. Dans ma première Note, j'étais arrivé à cette conclusion, que le tissu ligneux des plantes angiospermes, monocotylédones et dicotylédones, était formé, quel que soit l'organe où on l'examine, de quatre substances principales : la cellulose ordinaire, la vasculose de Fremy, une sorte de résine probablement phénolique ou lignol ([2]), et la gomme de bois, appelée aussi *xylane*. Dans cette Note, je montrerai que, chez les plantes gymnospermes, la xylane, à peu près absente, est remplacée par un hydrate de carbone tout à fait différent, par de la mannocellulose.

» Du bois, des feuilles, des cônes de diverses plantes appartenant aux trois familles de gymnospermes, furent séchés et pulvérisés, puis débarrassés de leurs principes solubles dans l'eau et dans l'alcool avant d'être soumis à l'action de la lessive de soude. Dans aucun cas, contrairement à ce qui arrive avec le tissu ligneux des plantes angiospermes, on n'a obtenu de proportion importante de xylane. Par exemple, au lieu de 15 à 25 pour 100 que donnent avec facilité les bois de hêtre, de bouleau et de chêne, les pailles d'avoine et de froment, les feuilles d'alfa, les coques de noix, etc., on n'a obtenu que quelques millièmes avec le bois de sapin, beaucoup moins encore avec la plupart des autres plantes gymnospermes examinées.

» Le tissu ligneux qui reste, après les traitements indiqués plus haut, fut alors mis à bouillir pendant quatre à cinq heures avec dix fois son poids d'eau contenant cinq centièmes de HCl. Dans ces conditions, que j'ai reconnues les plus favorables à l'hydrolyse de la mannocellulose, on obtient un liquide fortement réducteur. On le sature à froid par la soude et on l'additionne d'acétate de phénylhydrazine en proportion calculée d'après la teneur en sucre. Le précipité, recueilli après une heure, est lavé à l'eau froide et à l'alcool, puis recristallisé dans l'eau bouillante. C'est de la phénylmannose-hydrazone. Dans tous les cas, on l'a identifiée avec le dérivé correspondant du mannose ordinaire du *Phytelephas* ou *d.*-mannose, à l'aide de son point de fusion et de sa transformation en *d.*-glucosazone. Cette dernière transformation s'obtient, comme on sait, en chauffant l'hydrazone avec une solution aqueuse d'acétate de phénylhydrazine : les lamelles presque incolores de mannose-hydrazone sont alors remplacées peu à peu par de fines aiguilles jaune d'or, groupées en petits pinceaux, peu solubles dans l'eau, moins encore dans l'alcool méthylique, même bouillant, et fusibles vers $+230^{\circ}$ (au bloc Maquenne).

([1]) *Comptes rendus,* t. CXIV, p. 1492, 1892; et *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. VII, p. 468; 1892. Dans cette dernière Note, p. 469, ligne 15, *lire :* oxalique, *au lieu de :* malique.

([2]) J'ai d'abord appelé cette substance *lignine;* mais, pour éviter toute confusion avec la lignine des auteurs allemands, qui comprend l'ensemble des matières incrustantes du bois autres que les hydrates de carbone, je me servirai maintenant du nom de *lignol.*

» Pour plus de garantie, on a, une fois, extrait le mannose cristallisé en décomposant son hydrazone par l'élégante méthode de Herzfeld ([1]). 24gr de mannosehydrazone, provenant du bois de *Pinus maritima*, ont été maintenus deux heures en ébullition avec 200gr d'eau et 12gr d'aldéhyde benzoïque. Après refroidissement, la solution, séparée de la benzaldéhydehydrazone insoluble, a été évaporée presque à sec dans le vide et le résidu repris par un peu d'alcool méthylique. En amorçant, le sirop a rapidement cristallisé. On a essoré le sucre et, après une nouvelle cristallisation dans l'alcool méthylique, on l'a passé au polarimètre. La solution, d'abord lévogyre, a donné comme pouvoir rotatoire constant :

$$[\alpha]_D = +14^\circ 26'$$

(pour une concentration de 2 pour 100 et à la température de $+3^\circ$). C'est le chiffre donné par van Ekenstein ([2]) et que j'ai retrouvé en opérant sur le mannose extrait de l'amande de *Phytelephas*.

» J'ai recherché la mannocellulose dans le tissu ligneux des plantes gymnospermes suivantes :

Cycadées :	*Cycas siamensis* Miq.	tige
Conifères :	*Taxus baccata* L.	» (aubier, bois parfait)
	Podocarpus macrophylla Don.	»
	Cupressus torulosa Don.	»
	Biota (Thuya) orientalis End.	»
	Sequoia gigantea End.	»
	Abies pectinata D. C.	»
	» *excelsa* D. C.	»
	Pinus sylvestris L.	»
	» *maritima* Lam.	»
	» *laricio* Poir.	feuilles, fruit
	Araucaria brasiliana A. Rich.	tige
Gnétacées :	*Ephedra distachya* L.	tige
	Gnetum Thoa R. Brown	tige
	Welwitschia mirabilis Hook.	racine

» Toutes les espèces des deux premières familles m'ont fourni un précipité de mannosehydrazone, assez abondant même pour qu'on puisse les recommander comme une source avantageuse de mannose. Voici, comme preuve, les dosages que j'ai effectués :

	Mannosehydrazone pour 100.	Mannose correspondant pour 100.
Taxus baccata, aubier	15,0	10,0
» bois parfait	12,0	9,0

([1]) *Berichte d. d. chem. Gesellsch.*, t. XXVIII, p. 448; 1895.

([2]) *Recueil des travaux chimiques des Pays-Bas*, t. XV, p. 222; 1896.

	Mannosehydrazone pour 100.	Mannose correspondant pour 100,
Cupressus torulosa, tige entière.	5,0	3,4
Abies pectinata, bois de la tige..	14,4	9,6
Pinus laricio, cône	12,6	8,4
Araucaria brasiliana, tige.....	12,8	9,5

» Au contraire, dans la petite famille des Gnétacées, formée de trois genres, *Ephedra distachya* n'a fourni qu'un très petit rendement (environ 1gr d'hydrazone pour 135gr de bois frais débarrassé de son écorce), tandis que *Gnetum Thoa* et *Welwitschia mirabilis* n'ont rien donné du tout. C'est là un fait d'autant plus intéressant que les Gnétacées ne sont pas de véritables gymnospermes, mais bien plutôt un terme de passage, un véritable trait d'union entre les deux grands groupes de Phanérogames. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Note pour servir à l'histoire de la pression intra-oculaire et, par suite, à la connaissance du mécanisme de la pression du sang dans les capillaires;* par M. **W. Nicati**, présentée par M. Ranvier.

« Poursuivant les expériences par lesquelles il m'a été possible d'indiquer la mesure de la dureté de l'œil comme un moyen d'aider au diagnostic de la mort certaine ([1]), j'ai été amené à constater que la dureté habituelle de l'œil varie en fonction des dimensions du corps et de la pression atmosphérique ambiante.

» Atteignant jusqu'à 0,66 de l'unité sclérométrique choisie [le centimillimètre-gramme ([2])] pour l'homme adulte, la dureté habituelle de l'œil n'est que 0,30 de la même unité pour un gros lapin ou un enfant de même taille.

» Mesurée égale à 0,30 pour le lapin sous la pression atmosphérique ordinaire, elle est montée à 0,43 dans la cloche à plongeur par une atmosphère et demie de surpression.

Ces résultats ont leur explication dans le fait que la pression interne de l'œil, corollaire et cause de sa dureté, est l'indice, plus exactement la mesure, de la pression du sang dans les capillaires. Mes expériences et le calcul en fournissent la preuve.

» Enfin, le calcul appliqué aux résultats généraux de mes recherches

---

([1]) *Comptes rendus*, 22 janvier 1894.

([2]) Dureté du corps qu'un gramme déprime d'un centimillimètre.

conduit à constater que la dureté ordinaire de l'œil varie comme le rapport entre le volume du corps et sa surface.

» La formule générale suivante résume mon exposé :

» *Fonction des dimensions du corps et de la pression atmosphérique, la pression du sang dans les capillaires, mesurée à la dureté de l'œil, a été trouvée proportionnelle au rapport entre le volume du corps et sa surface.*

» A peine est-il besoin d'appeler l'attention sur la portée de pareils faits. Ils éclairent le mécanisme de la circulation du sang, les effets physiologiques de l'air comprimé et de l'air raréfié, l'action thérapeutique des cures d'altitude et des cures d'air sous pression dans les affections morbides du cœur et du poumon. »

ZOOLOGIE. — *Nouvelles observations sur les Péripates américains.* Note de M. **E.-L. Bouvier**, présentée par M. Milne-Edwards.

» Les Péripates sont des animaux rares et en apparence fort peu différents les uns des autres; pour ces deux raisons, les zoologistes se sont heurtés dans leur étude à des difficultés de toute nature et, en fin de compte, les ont souvent considérés comme les représentants d'un groupe très homogène. Que cette homogénéité soit réelle, on n'en saurait douter lorsqu'on passe en revue les formes les plus diverses de ces curieux animaux; mais elle est loin d'être aussi grande qu'on l'avait cru jusqu'ici, et, en dehors des sections déjà établies dans la classe, il est possible d'en introduire d'autres dont la base ne saurait être sérieusement contestée. C'est, du moins, la conclusion à laquelle m'a conduit une étude minutieuse des Péripates américains; ces Péripates ne comptent pas moins de vingt espèces et forment à eux seuls la partie la plus importante du groupe, mais ils sont d'une observation particulièrement délicate, et je n'aurais pu parvenir à élucider leur histoire si des confrères obligeants et les divers Musées d'Europe ne m'avaient obligeamment communiqué les richesses dont ils sont les détenteurs.

» Dés études que j'ai entreprises, il résulte que les Péripates américains peuvent se ranger dans deux sections absolument distinctes : à la première section appartiennent des espèces qui ont quatre ou cinq papilles pédieuses et les orifices urinaires des pattes IV et V inclus dans le troisième arceau qui constitue la sole de ces appendices; dans la seconde viennent se grouper toutes les formes qui ont trois papilles pédieuses (deux en avant, une

en arrière) et où les orifices urinaires anormaux se trouvent compris entre les arceaux 3 et 4 de la sole. Les Péripates de la première section habitent tous les hauts plateaux de la chaîne montagneuse qui avoisine le Pacifique, ou le versant maritime de cette chaîne; je les appellerai pour cette raison *Péripates andicoles;* ceux de la seconde section peuvent être appelés *Péripates caraïbes,* parce qu'ils sont localisés dans les îles (Antilles) et dans les vallées américaines situées à l'est de la chaîne.

» Les Péripates andicoles sont connus depuis la région de Tépic, au Mexique (*P. Eisenii* Wheeler), jusqu'en Bolivie (*P. Balzani* Camerano); les Péripates caraïbes se retrouvent depuis Cuba jusqu'aux rives de l'Amazone. Deux Péripates mexicains, le *P. Perrieri* Bouv. de la Véra-Cruz et le *P. Goudoti* Bouv., appartiennent aussi à cette seconde section.

» De tous les Péripates andicoles, l'un des plus curieux provient des environs de Quito et appartient à la collection du British Museum; je l'appellerai *P. Lankesteri,* en l'honneur de M. le professeur Ray Lankester, qui a libéralement mis à ma disposition les importants matériaux du grand établissement anglais. Ce Péripate ressemble aux espèces d'Australie et de la Nouvelle-Zélande en ce qu'il est muni d'une papille sur la face dorsale du pied; il diffère de toutes les formes jusqu'ici connues par la présence de cinq papilles pédieuses et par la position de l'orifice urinaire anormal qui occupe l'extrémité postérieure du troisième arceau de la sole des pattes IV et V.

» Viennent ensuite trois espèces qui ont, comme la précédente, cinq arceaux à chaque sole, et parfois six, comme le *P. tuberculatus* Bouv.; cette dernière espèce se fait d'ailleurs remarquer par les grosses papilles tuberculiformes qui se trouvent éparses au milieu des papilles accessoires de sa face dorsale; elle a été trouvée en Colombie, aux environs de Popayan. Des deux autres espèces de la même série, l'une provient de Quito, c'est le *P. quitensis* Schmarda (*non* Camerano), l'autre a été trouvée sur les plateaux boliviens, c'est le *P. Balzani* Cam.; la première présente sur le dos des plis alternativement grands et petits, ces derniers étant dépourvus de grosses papilles; la seconde est munie partout, du côté dorsal, de papilles grandes et petites.

» Parmi les espèces andicoles à quatre arceaux, on doit accorder une place spéciale au *P. Cameranoi* nov. sp. (*P. quitensis* Cam.), dont les papilles dorsales sont subégales et qui provient de Sigzig, dans l'Équateur; les deux autres espèces de la même série sont le *P. Corradi* Cam. des environs de Quito et le *P. Eisenii* Wheeler de la région de Tépic; dans la première,

le tubercule urinaire anormal n'est pas séparé en avant du troisième arceau; dans la seconde il occupe le centre d'un tubercule indépendant comme dans les espèces de l'Afrique australe.

» Les espèces caraïbes ressemblent aux trois précédentes en ce qu'elles sont pourvues de quatre arceaux, à l'exception du *P. Perrieri* Bouv., qui en a cinq; on les distingue les unes des autres d'après les ornements de leur peau, la position des papilles sexuelles du mâle et le nombre de leurs pattes, qui varie entre des limites plus ou moins larges. Une espèce nouvelle de Santarem, le *P. brasiliensis*, se distingue de toutes les autres par la disposition de ses plis dorsaux, qui ne se bifurquent pas au niveau des pattes. Pour ce qui est des appendices locomoteurs, on peut dire qu'en général les espèces andicoles ont un plus grand nombre de pattes que les espèces caraïbes, mais cette règle est sujette à de nombreuses exceptions.

» Il résulte de ce qui précède que les Péripates américains présentent une variété des plus grandes, que leurs espèces andicoles ne sont pas sans affinités avec les espèces caraïbes, mais qu'elles se rapprochent aussi, par plus d'un point, des espèces non américaines. On est loin, malgré tout, de connaître complètement leurs enchaînements zoologiques; d'après une Note intéressante de M. Filippo Silvestri (1), une espèce chilienne, le *P. Blainvillei* Blanch., se rapproche à tous égards des formes néo-zélandaises, de sorte qu'il s'agit de trouver actuellement le passage entre les Péripates andicoles et ceux qu'on rencontre plus au sud, dans la région du Chili. »

BOTANIQUE. — *Sur une nouvelle Mucorinée pathogène*. Note de MM. **Lucet** et **Costantin**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Les parasites du groupe des Mucorinées qui attaquent les animaux supérieurs sont encore peu nombreux. Les affections qu'ils produisent, confondues souvent avec les mycoses aspergillaires, n'ont pas paru avoir jusqu'ici une grande importance; peut-être cela tient-il à ce que leur étude n'a pas été faite avec assez de précision. Ces espèces pathogènes mériteraient cependant d'être soigneusement étudiées, si l'on tient compte du cas de mycose généralisée et mortelle observé par M. Paltauf (2), dans lequel

---

(1) Filippo Silvestri, *Peripatoïdes Blainvillei* Blanch. (*Zool. Anzeiger*, XXII. Bd, p. 370, 371; 1899).

(2) Paltauf, *Mycosis mucorinea. Ein Beitrag zur Kenntniss der menschlichen*

presque tous les organes de l'individu décédé avaient été atteints et où les poumons, les intestins, le larynx, la rate, le cerveau renfermaient un *Mucor* dont la détermination spécifique n'a malheureusement pas été faite.

» L'observation précédente nous apprend à la fois que la connaissance des Mucorinées parasites présente un véritable intérêt et que leur spécification laisse souvent à désirer. Nous croyons donc utile de signaler une espèce nouvelle de ce groupe, découverte dans les circonstances remarquables suivantes :

» *Origine.* — Au mois de novembre 1898, une femme d'une trentaine d'années, atteinte depuis quelques mois d'une affection à marche lente des voies respiratoires, vient consulter le Dr Lambry, médecin à Courtenay (Loiret). Celui-ci pense d'abord à la tuberculose. Les crachats de la malade, recueillis en tube stérilisé, sont remis à M. Lucet; ils ne révèlent pas le bacille de Koch, mais des globules sphériques, pourvus de prolongements, rappelant ceux que l'on voit dans l'aspergillose. Quelques jours après, l'examen de nouveaux crachats met en évidence : 1° des spores intactes, 2° des spores en germination, 3° des fragments de mycélium jeune. Des cultures faites en liquide de Raulin donnent d'emblée l'espèce nouvelle que nous allons définir plus loin.

» La présence de ce Champignon n'était pas accidentelle, car de nouveaux examens faits, une première fois huit jours plus tard, une seconde fois trois semaines après, donnèrent le même résultat positif. La malade, traitée notamment par l'arsenic et l'iodure de potassium, suivant la méthode recommandée en pareil cas contre l'aspergillose [Lucet (1), Renon (2)], s'est remise peu à peu; elle va actuellement aussi bien que possible, sa toux a presque complètement disparu, ses crachats ne présentent plus leurs caractères primitifs, et elle a augmenté de poids. Depuis le traitement, les crachats ont donné en ensemencement des résultats d'abord positifs, puis un certain nombre d'entre eux ont été négatifs dans les premiers mois; ce n'est que plus tard qu'ils devinrent plus régulièrement infructueux, à mesure que l'amélioration se manifestait avec plus de netteté dans l'état de santé de la malade.

» *Description du parasite.* — Le Champignon qui est la cause de l'affec-

---

Faden Erkrankung (*Virchow's Archiv*, t. CII; 1885). Les observations de Furbringer (*Zeits. f. klin. Medec.*, t. VII, 1882, p. 141), de Huckel (*Zur Kenntniss der Biologie d. M. corymbifer*, 1884) établissent que des Mucorinées pathogènes peuvent exister dans le poumon, l'oreille. Cela résulte aussi des recherches de Bezold et Siebmann, Jakowski et des études plus anciennes de Schütz, Reinhardt, Böllinger, Zürn et Cohnheim, et surtout des expériences de Lichtheim et Lindt. Enfin, récemment Herla (*Acad. royale de Médecine de Belgique*, 1895) a signalé aussi un cas de pneumomycose chez l'homme mal défini botaniquement.

(1) Lucet, *De l'*Aspergillus fumigatus *chez les animaux domestiques*. Paris, 1897.

(2) Renon, *Étude sur l'aspergillose chez les animaux et chez l'homme*. Paris, 1897.

tion précédente est différent des quatre espèces pathogènes connues jusqu'ici avec précision (¹).

» Il diffère des *Mucor pusillus* Lindt, *corymbifer* Lichtheim et Cohn et *ramosus* Lindt par la présence de rhizoïdes se présentant irrégulièrement de place en place sur le mycélium rampant, quelquefois à la base des filaments fructifères, mais souvent sans rapport avec eux. Son mode de ramification rappelle un peu celui de ces deux dernières espèces, dont il se distingue cependant par l'absence de renflement du pied au-dessous de la columelle. Le caractère de la ramification le rapproche du genre *Mucor*, mais ses rhizoïdes tendraient à le faire placer dans les *Rhizopus;* nous croyons devoir en faire le type d'une section nouvelle du genre *Mucor* que nous proposons d'appeler *Rhizomucor* et l'espèce nouvelle *Rhizomucor parasiticus*, dont voici la diagnose très sommaire :

» *Rhizomucor parasiticus.* — Mucorée à stolons rampants, à rhizoïdes irréguliers, à pédoncules fructifères ramifiés au sommet en grappe, quelquefois en corymbe; sporanges de 80 μ à 35 μ; columelle ovoïde, cutinisée, de 70 μ à 30 μ. Spores réniformes, 4 μ sur 3 μ. Couleur des cultures gazonnantes peu élevées : d'abord grisâtre, puis brun fauve grisâtre.

» *Températures critiques du parasite.* — Les propriétés de ce Champignon vis-à-vis de la chaleur sont tout à fait remarquables et n'appartiennent, à notre connaissance, qu'au *Mucor pusillus* (dont il se distingue nettement par ses rhizoïdes et sa ramification en milieux riches) : il ne germe pas aux températures du laboratoire, et commence à croître lentement à 22°. Il végète admirablement entre 34° et 44°. Sa croissance est lente à 50°, il ne pousse plus à 54°.

» *Inoculations.* — Les caractères précédents laissent entrevoir que le *Rhizomucor* doit être essentiellement pathogène, ce que l'expérience justifie.

» A. Un fort lapin est inoculé par voie intraveineuse de deux centimètres cubes de bouillon stérilisé dans lequel ont été émulsionnées en quantité abondante des spores d'une culture âgée de 8 jours. Il meurt au bout de 4 jours avec les lésions suivantes : reins congestionnés, piquetés de rouge; foie hypertrophié, jaunâtre; rate énorme, noire; ganglions intestinaux hyperémiés; urine sanguinolente. De la pulpe de foie étalée sur pomme de terre, à titre de contrôle, donne rapidement les jours suivants une culture pure du champignon inoculé.

(¹) Lichteim, *Zeitsch. für klinische Medec.*, t. VII, p. 140; Lindt, *Archiv. f. experim. Pathol. u. Pharmac.*, t. XXI, p. 269. Les espèces *Mucor racemosus* et *conoideus* signalées par Böllinger (*Ueber Pilzkrank. höherer und niederer Thiere*) sont insuffisamment décrites. Il en est de même du *M. septatus* Bezold (Siebmann, *Schimmel-mycosen des Ohres*). Le *M. niger*, qui produit l'affection de la langue noire (d'après Ciaglinski et Hewelke, *Zeitsch. f. klinische Medec.*, 1893) n'est pas pathogène pour le lapin.

» B. Cette expérience est le type d'une série d'autres qui ont donné des résultats tout à fait analogues. Ce qui semble surtout caractéristique, ce sont les lésions du rein (qui devient énorme et gris jaunâtre) et celles des ganglions mésentériques. Des fragments de ces organes prélevés avec tous les soins usités en pareil cas ont redonné la culture type du *Rhizomucor*. Même résultat avec la rate.

» C. Si la dose de spores inoculées est très forte, la mort peut survenir en 3 jours; si on les dilue, par exemple, dans de l'eau salée physiologique ($\frac{6}{1000}$) et si l'on n'inocule que $1^{cc},5$, la mort survient au bout de huit jours. Les poids de l'animal sont les suivants chaque jour : 1er jour, $2^{kg},880$; 2e, $2^{kg},550$; 3e, $2^{kg},550$; 4e, $2^{kg},600$; 5e, $2^{kg},650$; 6e, $2^{kg},500$; la mort survient le 8e jour.

» D. Les variations de température de l'animal sont, dans une autre expérience, de jour en jour : 38°,9; 38°,8; 40°; 39°; 39°,8; 35°,4 et 34°,8 le jour de la mort.

» E. Des inoculations dans le péritoine amènent également la mort en un temps variable de quatre à sept jours, avec des lésions de même ordre.

» Toutes ces expériences, et d'autres faites sur le cobaye, que nous publierons ultérieurement, établissent d'une manière indéniable le caractère pathogène de l'espèce nouvelle, pour ces animaux. Le chien paraît résister, au contraire.

» Ces données et l'observation faite sur l'homme mentionnée plus haut suffisent à montrer l'intérêt s'attachant à l'étude de cette espèce. La connaissance de ses températures critiques conduirait à penser, ou que ce Champignon est surtout tropical, ce qui est assez peu vraisemblable, ou qu'il est essentiellement pathogène; et cette dernière conception contribuerait à faire soupçonner qu'il est commun chez les animaux ou chez l'homme. »

BOTANIQUE. — *Sur un nouveau mode de formation de l'œuf chez les Piptocephalis*. Note de M. L. **Matruchot**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Le genre *Piptocephalis*, un des plus intéressants de la famille des Mucorinées, est représenté à l'heure actuelle par huit espèces, dont une seule, *P. Freseniana*, est connue comme susceptible de former des œufs. Aussi n'est-il pas sans intérêt de signaler la reproduction sexuée dans une deuxième espèce du même genre, d'autant plus que le mode de formation des œufs est, dans ce second cas, assez différent du premier.

» L'espèce qui m'a fourni ce type nouveau de formation d'œuf chez les *Piptocephalis* diffère nettement des autres espèces du genre. Je la dénomme *Piptocephalis Tieghemiana*, la dédiant ainsi à M. Van Tieghem, à

qui nous devons la plus grande part de nos connaissances sur la biologie des Mucorinées.

» Le *P. Tieghemiana* s'est développé spontanément dans une assiette humide où avaient été mises à germer diverses graines (Pois, Fève, Ricin, etc.). Il vivait en parasite sur un *Rhizopus nigricans* développé à la surface des graines. Comme tous les autres *Piptocephalis,* le *P. Tieghemiana* s'est, à l'essai des cultures, montré comme un parasite nécessaire, et, fait remarquable, il semble incapable de se développer sur tout autre mycélium que celui des Mucorinées. C'est en vain, en effet, que j'ai tenté la culture sur de nombreuses espèces de Mucédinées (*Amblyosporium umbellatum, Gliocladium viride, Sterigmatocystis* et *Aspergillus* variés, etc.), d'Ascomycètes (*Pyronema confluens, Nectria Peziza, Morchella esculenta* et *rimosipes,* etc.) et de Basidiomycètes (*Pleurotus ostreatus, Tricholoma nudum, Matruchotia varians,* etc.). Au contraire, les cultures sur Mucorinées ont réussi (*Pilaira, Mucor, Rhizopus, Absidia, Sporodinia, Helicostylum, Syncephalis*); seuls les *Mortierella,* dont j'ai essayé quatre espèces, se sont montrés réfractaires à toute culture du *Piptocephalis* (1).

» Le *Piptocephalis Tieghemiana* se différencie des espèces voisines par les caractères suivants : l'arbuscule sporangifère, *dépourvu de rhizoïdes* à la base, se ramifie en dichotomie régulière ; ses branches successives *diminuent progressivement de longueur et de calibre,* et se cutinisent à maturité sans présenter de rainures longitudinales; enfin les articles ultimes se terminent chacun par une *tête sphérique* de 3^{μ}-4^{μ} de diamètre, portant *sur toute sa périphérie* des sporanges cylindriques. Les sporanges sont ovales, d'une longueur de 8^{μ}; ils renferment généralement deux spores coniques, parfois trois (la médiane étant cylindrique), rarement une seule (qui, dans ce cas, est fusiforme); les spores ont 4^{μ}-5^{μ} sur 2^{μ}-$2^{\mu},5$.

» Sur le mycélium rampant peuvent s'observer des chlamydospores. On a déjà signalé ces chlamydospores chez divers genres de Mucorinées, mais pas encore, à ma connaissance, chez les *Piptocephalis.* Dans *P. Tieghemiana,* ce sont des éléments volumineux, très réfringents, de forme irrégulière, ayant de 12^{μ} à 30^{μ} de longueur sur 10^{μ}-15^{μ} de largeur.

» La reproduction sexuée de *Piptocephalis Tieghemiana* se fait par fusion de deux gamètes égaux et semblables. Comme dans *P. Freseniana,* les deux branches copulatrices sont recourbées en mors de pince; mais les éléments sexuels et l'œuf lui-même présentent avec leurs homologues chez *P. Freseniana* de profondes différences.

» Tout d'abord les cloisons qui, dans les branches copulatrices, isolent les gamètes du corps de la plante, sont ici très haut placées, tandis que dans

(1) M. Van Tieghem a déjà observé le même fait pour d'autres espèces du même genre. A ce point de vue, comme à beaucoup d'autres, les Mortiérellées forment donc un groupe à part dans la famille des Mucorinées.

P. Freseniana elles séparent chaque branche en deux parties à peu près égales : ici les gamètes sont relativement petits.

» En outre, l'œuf, une fois formé, devient parfaitement sphérique, et à sa surface se développent, non un petit nombre de pointes faisant fortement saillies (comme dans *P. Freseniana*), mais un grand nombre de petits tubercules arrondis et à peine saillants à la surface.

» Enfin, la différence capitale entre les deux formes s'observe dans le développement de l'œuf en embryon. Dans *P. Freseniana*, l'embryon se développe *au-dessus* du point de jonction des deux éléments sexuels. Ici, c'est *entre les deux branches copulatrices* : sur l'œuf mûr, on voit les deux suspenseurs s'insérer presque à l'opposé l'un de l'autre, comme dans un *Mucor* ou un *Sporodinia*. D'ordinaire il y a, entre les points d'insertion des deux suspenseurs, un arc de $\frac{2}{5}$ de circonférence environ.

» Ce dernier fait a une certaine importance. Dans toutes les Mucorinées de la tribu des Syncéphalidées où jusqu'à ce jour on ait observé des œufs (un *Piptocephalis* et deux *Syncephalis*), ceux-ci se développent en embryon *au-dessus* des suspenseurs. La plupart des auteurs, A. Fischer (¹), Schröter (²), etc., ont généralisé et, dans les classifications, donnent à la tribu des Syncéphalidées (ou Piptocéphalidées), comme caractère de premier ordre, d'avoir un œuf se développant de la sorte. M. Van Tieghem avait, au contraire, depuis longtemps attiré l'attention sur ce fait que, dans une classification naturelle des Mucorinées, les caractères tirés de la reproduction sexuée doivent venir en second lieu, après ceux que fournit la reproduction asexuée. Le *Piptocephalis Tieghemiana* apporte une preuve remarquable à l'appui de cette manière de voir. »

GÉOLOGIE. — *Sur la Tectonique de l'extrémité septentrionale du massif de la Chartreuse*. Note de M. **H. Révil**, présentée par M. Marcel Bertrand.

« Entre Chambéry, au nord-est, et Grenoble, au sud-ouest, se développe un groupe de chaînons de direction sensiblement nord-sud, dont l'ensemble constitue le massif de la Chartreuse. Nous avons repris l'étude de la terminaison nord de ces chaînes, entre le Guiers-Vif et Chambéry,

(¹) *Rabenhorst's Kryptogamen-Flora : IV. Phycomycetes*, par Alf. Fischer, p. 177.

(²) *Cohn's Kryptogamen-Flora von Schlesien : Pilze*, par J. Schröter, 1ʳᵉ Partie, p. 215.

afin d'établir leur relation avec celles du Jura, qui les limitent à l'ouest, et celles des Bauges, qui sont situées au nord-est. Leur structure est d'ailleurs plus complexe que ne le faisaient prévoir les travaux de nos prédécesseurs, qui en expliquaient les anomalies par des failles verticales se continuant sur une certaine longueur [1].

» Les plis de cette partie du massif peuvent être groupés en quatre bandes parallèles qui sont, en allant de l'ouest à l'est : I, faisceau anticlinal du Corbelet-Hauterans; II, synclinal du col du Mollard-la-Pointière; III, faisceau anticlinal de Montagnole-Entremont; IV, synclinal du Joigny-Granier.

» I. L'*anticlinal du Corbelet* n'a pas de continuation vers le nord, car les bancs de l'Urgonien qui forment les deux flancs du pli présentent, au point de sa terminaison, au sud du Pont Saint-Charles, un *plongement périclinal* très net. De plus, elles supportent sur tout leur pourtour des assises dépendant de l'Aquitanien.

» L'axe se relève plus au sud, et, à partir de l'Hauterans, le pli se complique : il présente deux anticlinaux que sépare un synclinal formé d'assises qui appartiennent à l'Urgonien. Plus au sud encore, au nord-est de Saint-Jean-de-Couz, un nouveau synclinal prend naissance dans le flanc occidental de la chaîne. C'est le synclinal des Egaux, que remplissent des dépôts faisant partie du Gault, du Sénonien, du Burdigalien et de l'Aquitanien [2].

» Quant à l'anticlinal succédant à ce synclinal, il montre, au-dessous de Corbel, les assises de Berrias et, au bord du Guiers, celles du Jurassique supérieur.

» L'étude de ce faisceau de plis n'est pas sans intérêt, car elle fait voir les modifications que peut subir un pli d'abord unique, lorsqu'il arrive dans une région où les efforts de striction ont présenté plus d'intensité.

» II. *Le synclinal du col du Mollard. — La Pointière* est jalonné dans la vallée de Chambéry par des assises appartenant à l'Aquitanien. Il est ici fortement étiré et chevauché par un anticlinal faisant partie du groupe de plis situé plus à l'est.

» Au col du Mollard, les couches de Berrias sont en recouvrement très net sur les assises tertiaires; le synclinal est donc incomplet et étiré sur son flanc est. Par contre, dans la vallée d'Entremont, le synclinal s'élargit et est alors rempli par des formations appartenant au Gault et au Sénonien. Plus au sud, et à la hauteur des Gandys

---

(1) Ch. Lory, *Essai géologique sur le groupe des montagnes de la Grande-Chartreuse* (*Bull. Soc. Stat. de l'Isère*, 2e série, t. II, 1852. — *Description géologique du Dauphiné*, publiée en 3 parties dans les t. V, VI et VII *dans Bull. Soc. Stat.* — D. Hollande, *Étude sur les dislocations des montagnes calcaires de la Savoie* (*Bull. Soc. hist. nat. Savoie*, 1re série, t. II).

(2) Voir Kilian et P. Lory (*Comptes rendus, Collaborateurs* pour 1898) pour sa continuation vers le sud; c'est le synclinal de la Charmette.

et de la Frasette, il est complet et l'on voit le Gault du flanc oriental se relever contre une barre urgonienne et le centre de la cuvette être rempli par quelques bancs de mollasse tertiaire. Ce même pli s'étire de nouveau au sud de la Frasette et n'est plus indiqué que par un lambeau de Sénonien. Il est ensuite relayé, au bord du Guiers, par un synclinal de marno-calcaires berriassiens.

» III. *Les plis du faisceau de Montagnole-Entremont* sont très nombreux dans la vallée de Chambéry et l'on peut, en se dirigeant de l'ouest à l'est, relever la succession suivante d'anticlinaux et de synclinaux : anticlinal de Saint-Cassin, synclinal du Pélaz, anticlinal de Césolet, synclinal des Alberges, anticlinal de Jacob, synclinal de Bellecombette, anticlinal de la fontaine Saint-Martin, synclinal des Charmettes, anticlinal de Buisson-Rond. La plupart de ces plis présentent une dyssimétrie très nette et ils sont déversés vers l'ouest. L'anticlinal de Saint-Cassin se couche au mont Pélaz sur le synclinal du Mollard et supporte le synclinal suivant. Quelques-uns d'entre eux sont la continuation de la chaîne Nivollet-Revard, tandis que d'autres n'ont pas de prolongement vers le nord et disparaissent au milieu des alluvions.

» Ces plis si nombreux sur le plateau de Montagnole se simplifient vers le sud, et l'on ne rencontre plus au bord du Guiers qu'un seul anticlinal jurassique se développant entre deux synclinaux formés par les calcaires argileux du niveau de Berrias.

» IV. A l'est des plis précédents se développe le grand *synclinal du Joigny-Granier*, formé de couches appartenant au Crétacé. L'arête qui s'étend de la Trousse au Pas-de-la-Fosse et qui est la continuation de l'un des plis du Nivollet, se poursuit par le mont Joigny, où les assises sont disposées en bancs sensiblement horizontaux. Entaillées par l'érosion au col du Frêne, les marnes valanginiennes viennent passer, plus au sud, sous la chaîne du Granier formée d'Hauterivien et d'Urgonien. Celle-ci, où l'on trouve des lambaux de Gault et de Sénonien, est un synclinal surélevé situé entre deux anticlinaux profondément érodés.

» En résumé, la chaîne Semnoz-Nivollet-Revard est la seule chaîne du massif des Bauges qui se continue dans celui de la Chartreuse. Les parties de ce dernier massif situées à l'ouest de l'anticlinal jurassique d'Entremont *naissent au sud* de Chambéry et ne se prolongent pas vers le nord. Ces plis relaient ceux situés à l'est de la chaîne du mont du Chat, mais n'en sont pas la continuation directe. Ils ne sont que l'épanouissement d'un pli simple dont on voit l'axe s'abaisser peu à peu pour disparaître ensuite avec plongement périclinal sous les assises tertiaires et les alluvions quaternaires de la vallée s'étendant de Chambéry à Aix-les-Bains. Cette dernière, formée par la réunion des synclinaux de Couz et du Mollard, se continue au nord par le lac du Bourget et la vallée du Rhône; elle s'accidente de deux anticlinaux importants : celui de la Chambotte et celui du Vivier et de Roche-du-Roi. »

GÉOLOGIE. — *Les facies et les conditions de dépôt du Turonien de l'Aquitaine.* Note de M. **Ph. Glangeaud**, présentée par M. Albert Gaudry.

« Aucun étage du Crétacé du bassin de l'Aquitaine ne présente des changements pétrographiques et paléontologiques plus considérables que le Turonien, tant dans le sens latéral que dans le sens vertical.

» On sait que le Turonien se divise en deux sous-étages : le Ligérien et l'Angoumien. Le Ligérien étant presque partout constitué, dans l'Aquitaine, par des calcaires marneux et des marnes à *Am. Rochebrunei* et *Ostrea columba,* nous nous occuperons surtout de l'Angoumien, que l'on divise de la façon suivante :

» Angoumien supérieur (Provencien auct.), caractérisé par *Hipp. Moulinsi, Hipp. petrocoriensis,* et riche en Sphœrulites : *Sphœr. radiosus, Sphœr. Sauvagesi,* etc.

» Angoumien inférieur. 2. Divers niveaux à Rudistes : *Hipp. inferus, Biradiolites lumbricalis, Bir. cornupastoris, Rad. ponsianus.* 1. Calcaires marneux ou sublithographiques à *Am. Deverianus* et *Am. Fleuriausianus.*

» En raison de leur résistance à l'érosion, les sédiments de l'Angoumien forment des abrupts hardis, de pittoresques falaises, principalement dans la région comprise entre Cognac, Angoulême et Périgueux. Les vallées ouvertes à travers ces calcaires sont même parfois transformées en véritables cañons (vallée de la Dronne).

» Durant tout l'Angoumien s'édifièrent, dans une grande partie du bassin, des amas de Rudistes, véritables barres récifales atteignant parfois de grandes dimensions. Ces constructions, bien que n'ayant pas l'ampleur de celles qui ont été élevées par les polypiers, offrent cependant beaucoup d'analogies avec ces dernières. Les Rudistes vivaient, en effet, dans les mêmes conditions que les polypiers, avec lesquels on les trouve d'ailleurs fréquemment associés. Comme eux, ils ne pouvaient se développer au delà d'une certaine profondeur (40^m au maximum). Leur absence dans les régions septentrionales fait supposer qu'ils avaient besoin d'une température assez élevée. Une troisième ressemblance a trait au milieu dans lequel ils vivaient; de même que pour les Polypiers, l'argile arrêtait leur développement; ils ne se multipliaient que dans des eaux riches en calcaire. Si on les trouve dans des argiles, ce n'est qu'à l'état sporadique; ils n'y forment pas d'accumulations.

» Parfois les îlots à Rudistes n'ont que quelques mètres carrés de surface; ils se présentent sous forme de bouquets, de gerbes, isolément, au milieu

des calcaires. Fréquemment, ils constituent de véritables îlots, affectant une forme vaguement lenticulaire, mesurant plusieurs mètres de haut (rarement plus de 10^m), et plusieurs centaines de mètres, quelquefois plus de 1^{km} de long.

» Ces dépôts *zoogènes* passent latéralement à des calcaires grenus, suboolitiques, puis à des calcaires marneux et à des marnes. Dans leur voisinage, on recueille (autre analogie avec les récifs à Polypiers) une faune véritablement coralliophile. On trouve ainsi associés : des Échinides (*Cidaris, Cyphosoma, Micraster*), des Crinoïdes nombreux, des Nérinés, des Gastropodes et des Lamellibranches à test épais, pouvant résister au choc des vagues. Les calcaires grenus sont souvent peuplés de Brachiopodes et le pourtour du récif d'algues calcaires, telles que les *Lithothamnium*. Quelquefois les Foraminifères et les Bryozoaires viennent augmenter cette faune littorale déjà si variée.

» Les passages latéraux des calcaires à Rudistes sont fréquents et rapides dans l'Angoumien de l'Aquitaine. A quelques centaines de mètres d'un îlot à Rudistes, on a parfois une transformation pétrographique et paléontologique profonde. Ces changements ont induit certains géologues en erreur en leur faisant considérer comme superposées des couches qui, en réalité, étaient équivalentes. (Environs de Périgueux.)

» L'épaisseur de l'Angoumien varie entre quelques mètres et 95^m. C'est vers l'Océan (Charente-Inférieure) que cet étage est le moins épais. De même que le Coniacien, le Santonien et le Maestrichtien, il atteint son maximum de puissance au sud de la Dordogne, dans le Lot et le Lot-et-Garonne ([1]).

» C'est dans cette même région que les changements de facies sont les plus fréquents dans le sens vertical et latéral et que les sédiments sont le plus détritiques.

» Si l'on considère l'étendue du bassin de l'Aquitaine, on peut dire que l'Angoumien est principalement constitué, dans la Charente-Inférieure, par des calcaires renfermant des silex. Dans la Charente et le nord de la Dordogne, cet étage comprend des calcaires crayeux, grenus, suboolitiques, avec intercalation de nombreux îlots à Rudistes. La variété des sédiments est encore plus considérable dans le sud de la Dordogne, le Lot et le Lot-et-Garonne, où, durant l'Angoumien supérieur, on voit se succéder fréquemment et brusquement des grès, des calcaires grenus, des

---

([1]) Les dépôts jurassiques présentaient des caractères analogues.

argiles, des sables, des lignites, etc. On conçoit que les conditions dans lesquelles se faisait cette sédimentation étaient peu propres au développement en masse des Rudistes.

» Un fait des plus importants est l'existence de lignites à maints endroits et à plusieurs niveaux de l'Angoumien supérieur de cette région. On constate, aux mêmes points, la trace de ravinements et la présence de roches perforées par les lithophages. De pareilles observations s'étendent sur plus de 80^{km} du nord au sud et à plus de 50^{km} de la bordure occidentale du massif central. On déduit de ces faits que, durant l'Angoumien supérieur, il y eut, à plusieurs reprises, dans le bassin de l'Aquitaine, des oscillations du rivage et un retrait considérable de la mer. Cette régression qui se fit surtout sentir à l'est du bassin ne fut pas spéciale à l'Aquitaine; elle coïncide avec une régression marine analogue, dans le bassin de Paris et le sud de l'Angleterre.

» Il est bon de se rappeler que c'est à ce moment que s'édifiaient les formations à Rudistes des Corbières et que se déposaient du gypse et des argiles à lignites au sud de la Provence ([1]).

» De l'ensemble des faits qui précèdent on peut conclure que le maximum d'extension et de profondeur de la mer Turonienne eut lieu à l'époque ligérienne (à la fin) et le minimum durant l'Angoumien supérieur. Pendant le Ligérien et jusqu'au milieu de l'Angoumien inférieur, les eaux marines s'avançaient assez loin vers les massifs cristallins qui leur servaient de rivage. Le retrait de la mer se fit sentir à la fin de l'Angoumien inférieur et s'accentua durant l'Angoumien supérieur.

» En raison de cette régression, la communication des bassins de Paris et de l'Aquitaine fut rendue plus difficile. Ce fut la cause principale qui empêcha les Rudistes de pénétrer dans le bassin de Paris, où on ne les trouve qu'à l'état sporadique. »

GÉOLOGIE. — *Sur de nouvelles recherches souterraines en Dévoluy (Hautes-Alpes) et sur le plus profond puits naturel connu (chourun Martin,* 310^{m}). Note de M. **E.-A. Martel**, présentée par M. Albert Gaudry.

« En juillet et août derniers, j'ai repris les explorations commencées en 1896 dans les *chouruns* (abîmes) du Dévoluy (Hautes-Alpes). Confir-

([1]) Cf. Travaux de MM. Arnaud, Mouret, de Grossouvre, Péron, Cayeux, Vasseur, Munier-Chalmas.

mant les premières conclusions (voir *Comptes rendus*, 24 mai 189), elles ont fourni les nouvelles données suivantes :

» Sur les indications et avec le concours de M. David Martin, conservateur du musée de Gap, j'ai reconnu l'existence, à travers les calcaires sénoniens et urgoniens des pentes orientales du Grand-Ferrand (2761^{m}), du plus profond abîme naturel connu jusqu'à présent, situé à 400^{m} ou 500^{m} à l'ouest du chourun du Camarguier (décrit dans ma précédente Note) et une trentaine de mètres plus haut (à 1580^{m} d'altitude environ); il fait partie d'un groupe de sept chouruns très rapprochés les uns des autres et il n'avait pas de nom spécial : je l'ai appelé *chourun Martin*.

» Un difficile sondage, qui a demandé deux jours de travail (31 juillet et 1er août) et *qui n'est pas définitif*, a révélé que l'énorme profondeur de ce gouffre atteint *au moins* 310^{m}, répartis en un premier puits de 35^{m}, un deuxième (double) de 50^{m}, un troisième de 85^{m} et un quatrième de 140^{m} (le grand puits de Jean-Nouveau, en Vaucluse, a 163^{m}). Certains indices nous font croire que le gouffre pourrait bien se continuer en un cinquième puits arrivant jusqu'à 400^{m} ou 500^{m} sous terre; mais je ne saurais l'affirmer. L'insuffisance du matériel et surtout des avalanches de pierres et de neige détachées par le frôlement des cordages dans l'intérieur du second puits ne m'ont permis de descendre que jusqu'à 70^{m}. L'exploration complète de l'abîme sera longue et très coûteuse, à cause des travaux préparatoires qu'elle exigera pour diminuer autant que possible les risques d'accident. J'ai pu me rendre compte que le troisième puits doit avoir des dimensions considérables, peut-être 20^{m} de diamètre.

» Le chourun Martin doit être considéré comme le plus profond puits *naturel* actuellement constaté, car celui de Trebic (Trebiciano), près de Trieste, sur le Karst, où l'on a retrouvé le cours présumé de la Recca, à 322^{m} sous terre, est en partie artificiel, puisque Lindner n'a pu en atteindre le fond qu'après onze mois de travaux miniers (1840-1841), et celui de la Kačna-Jama, dans les mêmes parages, n'arrive qu'à 304^{m} de profondeur, d'après les dernières explorations de M. Marinitsch (*Spelunca*, n° 7; 1896).

» Le chourun Martin descend au moins à 1270^{m} d'altitude; si c'est là son fond véritable, il se trouve encore à 395^{m} au-dessus du niveau de la double source des Gillardes (875^{m}), à 6^{km} au nord-nord-est, émissaire de toutes les eaux souterraines du Dévoluy (voir *Comptes rendus* du 24 mai 1897). L'investigation complète de ce remarquable abîme pourrait provoquer les plus curieuses découvertes dans le sous-sol du massif; *a priori*, il est impossible de prévoir s'il conduira à un puissant courant intérieur (ayant au maximum 6 à 7 pour 100 de pente, alors que Bramabian en a 13 pour 100), ou s'il aboutira, comme la plupart de ses émules de

Vaucluse et des Causses, à un bouchon de pierres et de détritus divers. Il est important de rappeler toutefois que son voisin, le chourun de Camarguier, se prolonge par une fente étroite dont j'ai déjà recommandé l'élargissement, et que beaucoup d'autres chouruns du Dévoluy, *bouchés par la neige seulement,* semblent également se continuer à une grande profondeur dans la direction des Gillardes.

» J'ai examiné, cet été, plusieurs de ces puits à neige, comblés, plus ou moins bas, par de vrais névés en pleine fusion pendant la saison chaude (chouruns Jumeaux, ch. Rond, ch. Picard, ch. de la Parza, etc.).

» La Parza est le plus intéressant; à 1^{km} nord du chourun Martin, et à 1725^{m} d'altitude, il mesure 25^{m} de diamètre à l'orifice; souvent la neige le remplit jusqu'à la gueule; le 2 août, elle ne s'y trouvait qu'à 30^{m} de profondeur, vrai névé creusé de grandes crevasses comme un glacier; dans une de ces crevasses, la sonde est descendue *jusqu'à* 44^{m} (soit 74^{m} de profondeur depuis l'orifice du gouffre); telle est donc l'épaisseur *minimum* de la couche glacée dans ce chourun (température extérieure : 14°; intérieure : + 1°, 2 C.).

» Aux chouruns Picard (18 août) la masse de neige, dans une longue diaclase de 3^{m} à 7^{m} de largeur, m'a arrêté à 37^{m} de profondeur; elle se dressait en étroite pyramide de 12^{m} de hauteur, déjà isolée des parois par la chaleur estivale; des fissures impénétrables absorbaient toute l'eau de fusion.

» Les puits à neige du Dévoluy expliquent à eux seuls la basse température (6°, 5 C.) de l'eau des Gillardes qui m'avait tant étonné en 1896 : le 2 août 1899, je l'ai trouvée à 6°, 2, fort inférieure à la moyenne annuelle qui correspondrait à l'altitude de 875^{m}; d'ailleurs une autre petite source voisine, mais indépendante des Gillardes, qui jaillit d'un grand clapier à 930^{m} d'altitude, était en même temps à 9° C.

» Tout cela confirme absolument, comme je l'ai énoncé il y a trois ans, la provenance élevée de l'eau des Gillardes, et sa relation certaine avec les hauts chouruns et les puits à neige du Dévoluy, qu'il faut désormais classer parmi les principaux phénomènes géologiques et géographiques de ce genre. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Évaluation approchée de la dénudation du terrain crétacé des côtes normandes.* Note de M. **J. Thoulet.**

« La côte de France, entre l'embouchure de la Seine et celle de la Somme, est bordée de hautes falaises verticales, en craie compacte, avec bandes horizontales de silex, dont la surface supérieure, qui forme la plus grande partie du pays de Caux, est un plateau plus ou moins coupé de

vallées et uniformément recouvert d'argile ou terre rouge. Celle-ci, fortement mélangée de silex, provient de l'attaque de la craie sous-jacente par les agents atmosphériques. Il m'a semblé que la considération des volumes respectifs de la craie et de l'argile, ainsi que la proportion d'argile contenue dans la craie, permettraient d'évaluer le volume de craie nécessaire pour produire la quantité d'argile recouvrant le plateau, c'est-à-dire l'épaisseur de terrain crétacé enlevée par dénudation.

» Les échantillons qui ont servi à mes expériences proviennent des falaises situées au nord-est d'Étretat, dont la paroi abrupte se prête d'une façon exceptionnellement nette aux évaluations.

» La falaise présente une hauteur de 90^m à 100^m; elle est coupée par des bancs parallèles de silex noirs ou blancs, en rognons irréguliers, noyés dans la craie. Celle-ci est parfaitement homogène, et, sauf les silex, on n'y aperçoit que de très rares poches ayant à peine quelques décimètres cubes et remplies de sable fin. J'ai estimé que le volume total des silex était d'environ $\frac{1}{15}$ de celui de la craie.

» La couche superficielle d'argile est d'épaisseur assez uniforme, bien qu'on la trouve accumulée dans les fentes et cassures de la craie sous-jacente. Cette épaisseur est d'environ 1^m en moyenne; la couleur est rouge, elle ne manifeste point d'effervescence aux acides et renferme à peu près moitié de son volume de gros rognons de silex. Cette terre rouge résulte de la destruction et de la décomposition chimique d'une certaine épaisseur de craie qu'il s'agit d'évaluer. Il est évident que tout ce qui a été ainsi produit n'est pas resté; mais l'homme, pour lequel l'argile constitue un sol agricole, a tout fait pour la conserver, tandis qu'au contraire il s'est efforcé de se débarrasser des silex qui lui étaient une gêne. L'horizontalité du plateau offrait d'ailleurs d'excellentes conditions de conservation. On comprend que la quantité de silex de la couche de terre rouge soit moindre que la quantité de silex provenant de la destruction de l'épaisseur de craie nécessaire pour donner naissance à l'argile, et l'on ne saurait, pour ce motif, se fier à un calcul basé sur ces proportions relatives. Il devient indispensable de ne s'appuyer que sur la proportion d'argile contenue dans la craie.

» Un morceau de craie a été desséché et exactement pesé; on l'a attaqué par de l'acide chlorhydrique étendu, dans un appareil spécial qui permet à l'attaque de s'effectuer lentement et régulièrement. On a recueilli ainsi un mélange, facile à séparer par lévigation, d'argile et de silex fins.

» L'argile pure est desséchée, calcinée, mouillée d'eau, desséchée à 100° et enfin

pesée. Sa couleur rouge et son aspect sont identiques à l'argile naturelle dans les mêmes conditions. Les grains de silex sont très fins, de forme globuleuse, recouverts d'une croûte d'un blanc opaque, semée de fines aspérités. On reconnaît au microscope que ces rognons de silex en miniature sont pareils à ceux qu'on retrouve dans la terre rouge naturelle.

» 100^{gr} de craie ainsi traités renferment $0^{gr},833$ de résidu insoluble, constitué lui-même par $0^{gr},666$ d'argile et $0^{gr},167$ de silex fins.

» Comme il s'agit de ramener les proportions en poids fournies par l'analyse à des proportions en volume, la densité apparente de la craie (1,795) a été obtenue en cubant et pesant des morceaux de craie taillés régulièrement, et celle de l'argile (1,457), en tassant à refus et en pesant de l'argile naturelle dans un flacon cylindrique en verre, préalablement taré.

» On trouve ainsi qu'une hauteur de $0^{m},57$ de résidu insoluble correspond à une hauteur de $55^{m},71$ de craie.

» Faisant la correction relative au silex contenu dans la proportion de $\frac{1}{15}$ du volume total dans la craie et de $\frac{1}{2}$ dans la terre rouge, ramenant à 1^{m} de terre rouge, on trouve que cette dernière hauteur correspond à 52^{m} de falaise avec silex. Tel serait le taux de la dénudation minimum aux environs d'Étretat. »

M. **Pourovicz** adresse, de Moscou, une Note relative au mouvement des planètes.

M. **Aug. Boutin** adresse une Note « Sur quelques équations de Pell et autres équations indéterminées du second degré ».

M. **L.-A. Levat** adresse une Note relative à un projet de « ceinture-tampon » à adapter aux navires, contre l'accostage.

M. **A. Payot** adresse une Note relative à un procédé pour rendre les bois incombustibles.

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures trois quarts.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 11 DÉCEMBRE 1899.

Traité de Microbiologie, par M. E. DUCLAUX, Membre de l'Institut, Directeur de l'Institut Pasteur. Tome III : *Fermentation alcoolique*. Paris, Masson et Cie, 1900. (Hommage de l'Auteur.)

Essai sur les pompes centrifuges, recherches expérimentales, par A.-H. COURTOIS. Paris, Vve Ch. Dunod, 1900.

Complément du « Précis analytique des travaux de l'Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Rouen », pendant l'année 1896-1897. Pl. I-VII. Rouen, 1898; 1 fasc. in-8°.

Précis analytique des travaux de l'Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Rouen, pendant l'année 1897-1898. Rouen, impr. Gagniard, 1899; 1 vol. in-8°.

Experiments on the metabolism of matter and energy in the human body, by W.-O. ATWATTER and F.-G. BENEDICT with the cooperation of A.-W. SMITH and A.-P. BRYANT. Washington, 1899; 1 fasc. in-8°.

The influence of substituents on the electrical conductivity of benzoic acid, by ALFRED TINGEL. Philadelphia, 1899; 1 fasc. in-8°.

Electrolytic determinations and separations, by LILY GAVIT-KOLLOCK. Philadelphia, 1899; 1 fasc. in-8°.

An electrolytic study of benzoin and benzil, by JOSEPH HILDY-JAMES. Philadelphia, 1899; 1 fasc. in-8°.

Une série d'Opuscules sur la « Phonographie universelle », par VINCENTI GIUSEPPE. Florence et Turin, 1889-1898; formats divers. (Hommage de l'Auteur.)

Prace matematyczno-fizyczne. T. X, 1899. Warszawa, 1899-1900; 1 vol. in-8°.

Memoirs of the Royal Astronomical Society. Vol. LII, LIII; 1896-99. London, 1899; 2 vol. in-4°. (Presented by the Royal Astronomical Soceity.)

Transactions of the 30e *and* 31e *annual meetings of the Kansas Academy of Science,* 1897-1898. Vol. XVI. Topeka, Kansas, 1899; 1 vol. in-8°. (Compliments of Bernard-B. Smyth, librarian Kansas Academy of Science.)

Annales de la Société royale malacologique de Belgique. T. XXXII, année 1897. Bruxelles, 1899; 1 fasc. in-8°.

Annales du Musée du Congo. Série I : *Botanique*. T. I, fasc. 4. Bruxelles, 1899; 1 fasc. in-f°.

ERRATA.

Une erreur d'impression s'est glissée dans la désignation des quantités de chaleur relatées dans les Notes de M. Berthelot, dans le précédent numéro des *Comptes rendus*, pages 918-928, le correcteur ayant confondu les petites calories (rapportées à 1 gramme d'eau) avec les grandes Calories (rapportées à 1 kilogramme d'eau). Ces dernières seules sont applicables aux poids atomiques et moléculaires des corps mis en expérience.

(Séance du 6 novembre 1899.)

Note de M. *Matteucci*, Sur l'état actuel des volcans dans l'Europe méridionale :

Page 734, ligne 13, *supprimez* 1891.
Même page, ligne 1, *après* 7 juin, *ajoutez* 1891.
Page 735, ligne 13 du haut, *au lieu de* sulfurique, *lire* sulfhydrique.
Même page, ligne 3 du bas, *après* solfatarienne, *ajoutez* commencée depuis l'éruption.
Même page, ligne 1 du bas, *au lieu de* sulfurique, *lisez* sulfureux.
Page 736, ligne 7 du haut, *au lieu de* sulfurique, *lire* sulfhydrique.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE PUBLIQUE ANNUELLE DU LUNDI 18 DÉCEMBRE 1899,

PRÉSIDÉE PAR M. VAN TIEGHEM.

M. **Ph. Van Tieghem** prononce l'allocution suivante :

« Messieurs,

» Fondée en 1666, l'Académie des Sciences compte aujourd'hui deux cent trente-trois ans d'existence. Durant ce long espace de temps, où notre pays a connu bien des vicissitudes, pas un seul jour elle n'a failli à sa noble mission, qui est de travailler, par tous les moyens et dans toutes les directions de l'esprit, à l'avancement de la Science, c'est-à-dire à l'augmentation de notre connaissance ou plus exactement à la diminution de notre ignorance des choses et des lois de l'Univers. Elle sait bien, en effet, que l'homme le plus savant sera longtemps encore, sera toujours sans doute comme l'enfant auquel, dans sa modestie, le grand Newton aimait à se comparer : en jouant sur le rivage, il trouve çà et là un caillou plus brillant que les autres, il découvre de temps en temps un coquillage mieux orné que les autres, pendant que l'immense océan de la Vérité s'étend inexploré devant lui.

» A mesure donc que, par l'effet même de cette constante impulsion, la Science a marché et qu'en se ramifiant se sont multipliées les voies où elle se développe; à mesure que, sur le rivage chaque jour un peu plus élargi de la mer inconnue, l'œil plus exercé de l'enfant a pu apercevoir de nouveaux cailloux plus beaux, que sa main plus habile a pu saisir de nouveaux coquillages plus précieux que les anciens, la tâche de notre Compagnie est devenue plus complexe et plus difficile à remplir. Mais aussi elle a su, chaque fois, par un effort plus grand, se porter plus avant et plus haut, de manière à se maintenir à toute époque à la tête du mouvement scientifique contemporain, tout en préparant les voies de l'avenir. Qu'elle conserve encore aujourd'hui ce beau rôle d'initiatrice du progrès, qu'elle exerce même plus efficacement que jamais ce qui est, pour ainsi dire, sa fonction sociale, pour le prouver, il suffira de jeter un coup d'œil rapide sur les progrès les plus importants réalisés dans les diverses parties de la Science au cours des deux ou trois années qui viennent de s'écouler.

» Longtemps séparées et comme étrangères l'une à l'autre, les diverses Sciences mathématiques se rapprochent, se pénètrent chaque jour davantage et tendent de plus en plus à s'unifier. C'est ainsi que la notion de groupes de transformations, introduite d'abord en Algèbre, a peu à peu envahi tout le domaine mathématique et que les nouvelles méthodes de l'Analyse se sont introduites dans la Géométrie, dans la Mécanique et jusque dans la Théorie des nombres. Tout en suivant cette marche convergente, chacune des sciences particulières a réalisé pour son compte d'importants progrès. En Géométrie, ils ont porté sur la déformation des surfaces, sur les surfaces à courbure constante, sur l'étude des lignes et des surfaces à l'aide des nouvelles fonctions transcendantes fournies par le Calcul intégral. En Analyse, ils ont intéressé l'étude des fonctions définies soit par des équations différentielles, soit par des séries, soit par des fractions continues; aussi, de ces dernières, ne peut-on plus répéter aujourd'hui ce qu'en disait hier encore un de nos Confrères, que c'est « une sorte de terre inconnue, dont la carte est presque blanche ». En Mécanique, plusieurs géomètres se sont occupés de la recherche des intégrales des problèmes de Dynamique. D'autres ont perfectionné la théorie de l'élasticité par une étude approfondie des analogies existant entre les équations de l'élasticité et l'équation de Laplace, qui se présente en Physique mathématique. D'autres encore ont consacré leurs efforts à la résolution d'un problème d'une actualité immédiate, le mouvement de la bicyclette. Un concours ouvert par l'Académie sur ce sujet a non seulement

donné les résultats les plus satisfaisants au point de vue pratique, mais provoqué de nouvelles recherches théoriques sur l'impossibilité d'appliquer aux mouvements de roulement certaines équations générales données par Lagrange.

» L'Astronomie a reçu du *Traité de Mécanique céleste* de notre illustre et regretté Tisserand, digne continuateur de Laplace, et de l'Ouvrage d'un de nos Confrères, *Sur les Méthodes nouvelles en Mécanique céleste,* une très forte impulsion, qui a donné naissance aussitôt à de nombreux et importants travaux. D'autre part, elle a recueilli des renseignements plus précis sur la constitution du système solaire, et plusieurs vastes entreprises, engagées par elle depuis plusieurs années, ont commencé à porter leurs fruits. Appelant à son aide la Photographie et la Spectroscopie, elle a pu étendre le champ de ses recherches et pénétrer plus avant dans l'exploration des espaces célestes. C'est ainsi qu'on a vu paraître récemment les premières feuilles de la Carte photographique du Ciel, exécutée par une Commission internationale, sur l'initiative de la France. Avec ses trente millions d'étoiles, cette grandiose publication léguera à la postérité l'image exacte du Ciel à notre époque. L'Atlas photographique de la Lune, qui s'y rattache étroitement, donne déjà, pour une grande partie de la surface de notre satellite, une image à la fois expressive et fidèle. Ses cirques profonds, ses hautes montagnes, ses nombreuses vallées, ses rayonnements de cendres blanches, tout y est reproduit avec une exactitude qui n'a pas encore pu être atteinte jusqu'à présent dans la représentation du sol de la Terre qui nous porte.

» En même temps, la Spectroscopie, cette méthode admirable qui nous a permis déjà de pénétrer dans la constitution intime des astres les plus éloignés, a réussi à déterminer avec une précision de plus en plus grande la vitesse du mouvement des astres dans le sens du rayon visuel, et il est devenu possible de reconnaître qu'un grand nombre d'étoiles, en apparence simples, sont en réalité des groupes d'astres, circulant les uns autour des autres à des distances si faibles que les lunettes les plus puissantes ne parviennent pas à les distinguer isolément. Elle a permis aussi de démontrer que les ondes lumineuses subissent l'influence des agents physiques et, par l'analyse de ces effets, elle a pu confirmer que, dans le gigantesque foyer de matières incandescentes qu'est l'enveloppe solaire, les gaz se trouvent superposés dans l'ordre de leurs poids atomiques.

» La Physique nous a dotés de la télégraphie sans fil, dont le principe a été posé le jour où l'illustre Hertz a établi que l'électricité se propage à

distance par voie de vibrations, à la façon de la chaleur et de la lumière. Grâce à elle, on a pu déjà correspondre de France en Angleterre à travers la Manche, en franchissant une distance de cinquante kilomètres, relier entre elles, tant en France qu'en Amérique, diverses stations maritimes, rattacher Chamonix à l'observatoire établi au sommet du mont Blanc : ces premiers succès justifient toutes les espérances.

» La production et le transport de l'énergie électrique en vue des applications les plus variées : éclairage, locomotion, industries électrochimiques, métallurgiques et autres, ont amené l'invention de machines électriques affectant les formes les plus diverses et dans lesquelles le courant est produit dans les conditions les plus différentes, depuis les intensités les plus faibles et les tensions les plus réduites, jusqu'aux intensités les plus fortes et aux tensions comparables à celle de la foudre. La puissance de ces machines atteint aujourd'hui 1000 chevaux et l'on en construit qui dépasseront 1500 chevaux.

» Pour les mettre en marche, on a demandé aux machines à vapeur des vitesses de plus en plus grandes et aussi des puissances de plus en plus fortes sous des volumes et des poids de plus en plus réduits, et, comme conséquence, une utilisation de plus en plus complète de l'énergie calorifique employée. De là, de grands progrès dans la construction des machines à vapeur ordinaires et dans leurs générateurs, qui ont permis aussi aux locomotives de franchir sans arrêt d'énormes distances. De là, surtout, une conception nouvelle, qui consiste à faire agir la vapeur directement comme l'eau sur les aubes d'une turbine. Légères et peu encombrantes, ces turbines à vapeur, qui font jusqu'à 400 tours par seconde, ont aussitôt trouvé leur emploi naturel à bord des navires et surtout des torpilleurs, où elles ont permis d'obtenir des vitesses inespérées. Les navires à marche rapide faisaient naguère 35 kilomètres à l'heure, ils en font maintenant 55, et les torpilleurs jusqu'à 65.

» Malgré les perfectionnements apportés aux moteurs à vapeur et la meilleure utilisation qui en résulte pour les approvisionnements, après tout limités, de combustible minéral dont l'industrie peut disposer, des efforts considérables ont été faits pour utiliser les forces naturelles disponibles sous forme de chutes d'eau. Des travaux d'art gigantesques s'élèvent déjà dans certains pays, spécialement favorisés par la nature sous ce rapport, et de puissantes turbines sont mises en service pour actionner les générateurs d'électricité, dont l'énergie est utilisée sur place ou transportée à distance pour alimenter des usines produisant l'éclairage, mettant en

marche des véhicules, ou servant à des fabrications diverses, notamment aux industries chimiques et métallurgiques.

» En modifiant les conditions de la vie sociale, la bicyclette, cette véritable merveille de mécanique, dont on disait tout à l'heure que la théorie laisse place encore à bien des surprises, a provoqué l'étude de nouveaux moyens de locomotion plus rapide; elle a été l'introductrice de la locomotion automobile et de ses rapides développements, qui promettent une vie nouvelle à nos vieilles routes abandonnées. Celle-ci, à son tour, a introduit des perfectionnements dans les différents types de petits moteurs susceptibles d'être appliqués à la mise en marche des véhicules, et de ce côté aussi de remarquables progrès ont été accomplis.

» La production des fameux rayons X, dont la découverte si récente a déjà provoqué tant d'utiles applications, a été améliorée par l'emploi de tubes qui ne s'usent pas et donnent une surface radiante intense et presque ponctuelle. On peut obtenir ainsi en peu de temps des radiographies très nettes, résultat très important aussi bien pour la Médecine que pour la Chirurgie, où cette nouvelle méthode d'investigation rend des services chaque jour plus précieux.

» A côté de ces rayons, d'autres, encore plus mystérieux, ont pris place dans la Science. Ils sont dégagés d'une façon continue par l'uranium, et aussi par d'autres corps simples que l'on a découverts précisément par cette singulière propriété et dont on connaît déjà trois : le radium, le polonium, le troisième n'est pas encore nommé.

» Enfin les relations profondes et longtemps cachées qui existent entre la matière pondérable et l'éther, et au sein de l'éther lui-même entre les divers modes de vibration dont il est animé, en particulier entre les ondes électriques et les ondes lumineuses, ont continué d'exercer avec succès les efforts des physiciens.

» La Chimie nous a fait connaître l'argon, l'hélium et les autres gaz de l'atmosphère qui sont, par rapport à l'azote et à l'oxygène, comme les petites planètes par rapport aux grandes dans notre Système solaire.

» Maniant facilement, grâce au four électrique, les températures les plus élevées jusqu'au delà de 3500°, elle a reproduit le diamant, étudié les carbures métalliques et obtenu à l'état de pureté les métaux réfractaires, en dernier lieu l'uranium, type des métaux radiants. Sachant aussi, d'autre part, obtenir les températures les plus basses et jusqu'à —257°, c'est-à-dire jusqu'à 16° au-dessus du zéro absolu, non seulement elle a liquéfié l'air, qui aujourd'hui se manie aisément à l'état liquide dans tous les labo-

ratoires, mais encore liquéfié, puis solidifié l'hydrogène, faisant ainsi disparaître de la langue scientifique le mot de *gaz permanent*.

» Après avoir réalisé la synthèse des sucres, elle reproduit maintenant, à partir de l'acide urique, avec le guano comme matière première, la caféine du Café, la théobromine du Cacao et dirige ses efforts, déjà couronnés d'un succès partiel, vers la reconstitution des alcaloïdes naturels, notamment de la morphine et de la strychnine. Après avoir fabriqué de toutes pièces l'alizarine de la Garance et la vanilline de la Vanille, elle reproduit aujourd'hui les essences de Violette, de Jasmin, de Lilas, d'Estragon, d'autres encore, et nous fait espérer que, tout en reconstituant de la sorte toutes les essences naturelles connues, elle saura en créer de nouvelles, plus délicieuses, et réaliser ainsi, pour les parfums, ce qui a été fait depuis une trentaine d'années pour les matières colorantes.

» Comme les Sciences mathématiques, la Physique et la Chimie se rattachent l'une à l'autre par des liens chaque jour plus nombreux et tendent ainsi vers l'unité. Il en est résulté, à leurs limites, la constitution d'une région nouvelle, la Physicochimie, avec ses diverses subdivisions : la Thermochimie, la Photochimie, l'Électrochimie, etc., région dans laquelle se sont accomplis déjà des travaux importants et qui est pleine de promesses pour l'avenir.

» La Physique du globe comprend, comme on sait, l'étude des trois parties dont se compose notre planète : l'atmosphère, les terres et les mers. L'exploration de l'atmosphère à l'aide des cerfs-volants et des ballons-sondes a ouvert une voie nouvelle à la Météorologie. A leur aide, on a pu élever jusqu'à une hauteur de 15 kilomètres des appareils enregistreurs, qui ont mesuré simultanément la température, la pression, l'état hygrométrique et fixé la composition chimique de l'air dans les hautes régions.

» La Géographie a fait un pas important vers la solution du problème du continent austral. Si l'existence de ce continent n'est pas douteuse, en raison de la nature des pierres que la drague rapporte du fond sur le bord de la banquise, du moins les dernières expéditions conduisent à lui attribuer une superficie moindre qu'on n'était porté à lui supposer. De récents voyages dans l'Asie centrale ont précisé la position des chaînes de montagnes de cette région et la constitution spéciale du sol dans les grands déserts du Gobi et de la Mongolie. Les géologues, de leur côté, pénètrent chaque jour plus avant dans la connaissance si difficile des régions disloquées, telles que les Pyrénées et les Alpes en Europe, telles que les Andes en Amérique.

» Maintenant que l'importance de son but est mieux comprise et que ses méthodes d'investigation sont plus sûres, l'Océanographie marche à grands pas. Vers le pôle Nord, les expéditions suédoises, danoises, anglaises et françaises ont pénétré jusqu'à 86° de latitude et rencontré des profondeurs de 5400 mètres. Dans les régions de latitude moyenne, le Pacifique, la mer Rouge, la Méditerranée ont été explorés en tous sens. Vers le pôle Sud, une expédition belge, dont l'heureux retour a été fêté ces jours-ci, a réussi, pour la première fois, à hiverner dans la banquise antarctique; une expédition allemande a atteint le bord du continent antarctique par 53° de longitude E. et a trouvé là des profondeurs de 5000 mètres. Une expédition anglo-norvégienne vient de s'installer sur la terre Victoria pour un hivernage qui permettra de déterminer la position du pôle magnétique austral, nécessaire à l'établissement définitif de la théorie du magnétisme terrestre. Toutes ces explorations nous ont révélé la nature et la proportion des divers organismes, animaux et plantes, qui peuplent la haute mer au voisinage de la surface et dont l'ensemble constitue ce qu'on a nommé le *plancton*. L'étude méthodique de ce plancton a été poursuivie avec succès, notamment dans la mer du Nord, où les variations de sa composition étaient d'autant plus utiles à connaître qu'elles semblent régler l'apparition et la disparition des bancs de Harengs. La fondation, à Monaco, d'un Musée océanographique, où seront centralisés tous les documents spéciaux ainsi obtenus, facilitera désormais leur tâche aux explorateurs de toutes les nations.

» Comme les Sciences mathématiques, comme les Sciences physiques, les Sciences qui étudient les êtres vivants tendent de plus en plus à se confondre en une seule : la Biologie. Chacun de leurs progrès récents marque un pas de plus vers cette unification.

» La Biologie générale s'est attachée à l'étude du difficile problème des diastases, ces singuliers corps azotés neutres qui transforment sans cesse, par un mécanisme que la Chimie ne nous a pas encore expliqué, les matériaux de réserve en substances assimilables. Elle a fait connaître deux catégories nouvelles de ces corps : les uns provoquent l'oxydation des matières soumises à leur action, ce sont les oxydases; les autres ne sont pas diffusibles au dehors à travers les membranes des cellules et demeurent intimement unis au protoplasme, dont on ne peut les séparer que par la destruction; aussi a-t-on cru longtemps que leur action décomposante était l'œuvre directe du protoplasme lui-même. Telle est cette zymase qui, produite par la Levure de bière dans les conditions d'asphyxie, provoque la

décomposition du glucose en anhydride carbonique et alcool, en un mot, la fermentation alcoolique.

» La Biologie animale, ou Zoologie, a montré que les animaux les plus simples, ceux qui ont la propriété de former des spores comme les Champignons, ce qui les a fait nommer *Sporozoaires*, produisent néanmoins des œufs par le même mécanisme compliqué qui est bien connu chez les animaux supérieurs. Elle a fait voir que, chez certains parasites, l'œuf donne non pas un seul embryon, mais tout un groupe d'embryons, devenant plus tard autant d'animaux adultes, fait depuis longtemps constaté chez diverses plantes. Elle a éclairé le mode de formation des vraies perles, en montrant qu'elles se forment dans l'Huître perlière à la suite de la piqûre locale d'un parasite, qu'elles sont le résultat d'une sorte de maladie contagieuse de l'Huître. Elle a fait connaître la reproduction des Anguilles, qui vont pondre à la mer, où leurs œufs se développent en larves nommées *Leptocéphales*, qui remontent ensuite dans les rivières. Elle a établi, résultat important au point de vue de la recherche des origines, que le corps des Vertébrés est formé de segments comparables à ceux des Insectes et des Vers annelés, la tête ne renfermant pas moins de sept de ces segments. Aux fonctions bien connues du foie elle en a ajouté une nouvelle, en montrant qu'il concentre et met en réserve le fer nécessaire à la constitution et à l'entretien de l'organisme. Enfin, poursuivant l'étude de la contraction musculaire, soit statique, soit dynamique, elle a recherché les règles qui gouvernent les transformations d'énergie dont le muscle est le siège dans l'un et l'autre cas et qui sont la source de son travail.

» La Paléozoologie a découvert de nouveaux types d'animaux, notamment de Vertébrés fossiles : Reptiles, Oiseaux et Mammifères de forme étonnante, trouvés d'abord dans l'Amérique du Nord, aux Montagnes Rocheuses, puis en dernier lieu dans l'Amérique du Sud, en Patagonie. Ces types nouveaux bouleversent les anciennes classifications, qui doivent s'élargir et se transformer pour les recevoir; ils nous donnent en même temps une idée plus complète de l'histoire de la vie animale à la surface du globe.

» La Biologie végétale, ou Botanique, a établi que certaines Phanérogames, telles que les Cycades et le Ginkgo, forment leurs œufs à l'aide d'anthérozoïdes mobiles et ciliés, assez semblables à ceux des Cryptogames vasculaires, mais beaucoup plus grands, puisqu'ils sont visibles à l'œil nu, ce qui a abaissé d'un degré la barrière qui sépare ces deux embranchements. Elle a fait voir aussi que l'ovule manque chez bon nombre de

Phanérogames de la classe des Dicotylédones, et montré, par la marche différente des choses quand il fait défaut, par la variation de sa structure quand il existe, qu'il est nécessaire de distinguer dans cette classe un bon nombre de familles nouvelles et de préciser plus exactement les affinités des anciennes, ce qui conduit à améliorer la classification de ces plantes. Enfin, par la connaissance chaque jour plus précise des variétés et par le choix chaque jour plus judicieux de celles qu'il convient de soumettre de préférence à la culture, comme répondant le mieux aux besoins de l'homme, elle est parvenue à augmenter dans une proportion considérable la récolte des plantes agricoles, en particulier de la Betterave, de la Pomme de terre et du Blé.

» La Paléobotanique a repris avec succès l'étude, inaugurée il y a vingt ans, mais longtemps délaissée, du rôle qu'ont joué dès les temps les plus anciens, notamment dans la formation de la houille, les petites Algues incolores de la famille des Bactériacées. Elle a achevé ainsi de démontrer que le rôle de ces plantes dans la fermentation et dans la destruction de la matière organisée avait pris déjà, dans ces âges si reculés, toute l'importance que nous lui connaissons aujourd'hui.

» Celles qui vivent et pullulent dans la terre arable, la fertilisant si elles y fixent l'azote de l'air et si elles oxydent l'azote pour faire de l'acide nitrique, la stérilisant, au contraire, si elles décomposent l'acide nitrique pour en dégager et en perdre l'azote, préoccupent chaque jour davantage les agronomes, qui en poursuivent activement la difficile étude. Celles qui se développent dans le fumier de ferme le transforment peu à peu et lui donnent enfin ses propriétés fertilisantes. Aussi, en s'appliquant à régler la marche du phénomène, est-on parvenu à améliorer beaucoup la préparation du fumier, à éviter notamment les grandes pertes d'azote qu'on y déplorait naguère.

» On sait, d'autre part, depuis les beaux travaux de notre grand Pasteur, que la plupart des maladies de l'homme et des animaux domestiques sont de même provoquées par le développement dans le corps de certaines Bactériacées parasites. La connaissance approfondie des propriétés spécifiques de ces plantes a conduit déjà à prévenir ou à guérir quelques-unes de ces maladies et il est permis d'espérer que de nouveaux efforts réussiront peu à peu à les vaincre toutes. Aussi voyons-nous, dans le monde entier, toute une légion de travailleurs s'engager résolument dans cette voie difficile, mais féconde en bienfaisantes découvertes. Bornons-nous à inscrire ici les deux résultats le plus récemment obtenus dans cette direction.

» D'une part, on s'est appliqué à résoudre le problème très compliqué de la préservation et de l'immunité. Tout d'abord on a été amené à attribuer aux leucocytes le rôle prépondérant dans ce phénomène. Tantôt ils agissent directement en détruisant, en digérant le corps même des Bactériacées : ils sont phagocytes, il y a phagocytose, comme on dit. Tantôt ils fonctionnent indirectement, en sécrétant des substances capables de combattre l'action des toxines produites par les Bactériacées, des antitoxines, comme on les appelle. Plus tard, le rôle si actif joué par les leucocytes dans la défense de l'organisme a été reconnu appartenir aussi à d'autres cellules, notamment à celles qui revêtent la paroi interne des vaisseaux.

» D'autre part, la peste ayant reparu d'abord dans l'Inde et tout récemment en Portugal, à Oporto, on s'est attaché à son étude; on a découvert la Bactérie qui la provoque, montré le rôle que jouent les puces et les rats dans la propagation du parasite, et surtout on est parvenu à produire un sérum antipesteux, dont l'efficacité, déjà éprouvée dans l'Inde, apparaît plus nettement encore à la suite des expériences toutes récentes faites à Oporto. On est donc fondé à croire que les efforts de la Science ne seront pas déçus, pourvu que la maladie lui laisse quelque répit et ne se répande pas avant qu'aient pu être forgées les armes destinées à la combattre.

» Tel est le résumé, très succinct et sans doute aussi très incomplet, des résultats le plus récemment acquis par la Science dans les diverses directions où s'exerce son activité. Pour un si court espace de temps, c'est, comme on voit, une abondante récolte.

» Au cours de cet exposé, pour n'offenser la modestie de personne, on s'est abstenu de citer aucun nom. Mais tout le monde sait bien quelle large part nos Confrères ont prise à tous ses progrès; on les a reconnus et salués au passage. Aussi l'Académie, fière de leurs efforts et de leurs succès, proclame-t-elle ici par ma voix qu'ils ont bien mérité de la Science et de la Patrie. Beaucoup d'autres aussi, qui n'ont pas encore pu prendre rang parmi nous, tant à l'Étranger qu'en France, et notamment les nombreux lauréats auxquels nos prix vont être décernés tout à l'heure, y ont puissamment contribué. L'Académie est heureuse de leur adresser à tous ses remercîments et ses félicitations.

» Ne l'oublions pas, cependant : après tout, ce sont là seulement quelques beaux cailloux, quelques précieux coquillages, ramassés un à un sur le rivage chaque jour un peu plus découvert; la grande mer de la Vérité n'en continue pas moins de s'étendre devant nous, presque aussi

profonde et presque aussi inconnue. Souvenons-nous-en, non pas certes pour nous décourager, tout au contraire, pour nous exciter sans cesse à de nouveaux efforts, dans la certitude que, dirigés par une méthode de plus en plus sûre, ils seront aussi de plus en plus fructueux, en sorte que peu à peu tous les voiles seront écartés, toutes les ombres dissipées, et qu'enfin il sera permis à l'homme de contempler face à face toute la Vérité dans la pleine lumière.

» Hélas! Messieurs, il n'est pas donné à tous ceux qui ont semé et cultivé, de faire aussi la moisson. La mort emporte chaque année quelques-uns d'entre nous. Depuis notre dernière séance publique, notre Académie a perdu deux de ses Membres, M. Naudin, doyen de la Section de Botanique, et M. Friedel, doyen de la Section de Chimie, deux de ses Associés étrangers, M. Frankland à Londres et M. Bunsen à Heidelberg, et cinq de ses Correspondants, tous étrangers, M. Richards à Londres, M. Wiedemann à Liepzig, M. Marsh à New-Haven (Connecticut), M. Flower à Londres et M. Riggenbach à Olten. Chacun d'eux a reçu ou recevra, dans la Section à laquelle il appartenait, tout l'hommage mérité par son talent et ses services. J'ai seulement le devoir de les rappeler ici en quelques mots à votre souvenir.

» Élève et ami de Decaisne, dont il fut longtemps l'aide-naturaliste dans la chaire de Culture du Muséum d'Histoire naturelle, M. Naudin s'est fait connaître du monde savant d'abord par d'importants travaux descriptifs, en particulier par une monographie de la grande famille des Mélastomacées, puis et surtout par une longue et belle série de recherches sur l'hybridité et sur la variation, qui a obtenu le grand prix de Physiologie au concours de 1861 et lui a ouvert les portes de l'Académie des Sciences dans la Section de Botanique en 1863. Il aurait pu tout aussi justement y entrer dans la Section d'Économie rurale. De bonne heure, en effet, il s'était intéressé à l'art de la Culture. Sur ce vaste sujet, on lui doit un très grand nombre d'articles, publiés dans les revues et journaux spéciaux, et un *Manuel de l'Amateur des jardins* en quatre volumes, rédigé en collaboration avec Decaisne. Depuis bien des années déjà, toujours retenu dans le Midi, d'abord par un établissement de Botanique expérimentale qu'il avait fondé à Collioure, puis par la direction du Laboratoire et du Jardin botanique créés à Antibes par Gustave Thuret et généreusement légués à l'État par sa famille, M. Naudin ne faisait plus à Paris que de rares et courtes apparitions. Aussi la plupart d'entre nous ne le connaissaient-ils que de

nom. Il continuait pourtant à s'intéresser à nos travaux et à nous donner des preuves de sa propre activité en publiant, entre autres Ouvrages, un *Manuel de l'Acclimateur* et deux Mémoires importants sur les Eucalyptes, qui montrent bien toute l'utilité de ces Jardins d'essai, lorsqu'ils sont dirigés par un savant expérimenté. Il est parti, nous a dit celui de nos Confrères qui l'a le mieux connu, laissant le souvenir d'un homme bienveillant, d'un brillant causeur, d'un esprit vif, original, très ouvert, qui se mouvait avec la même aisance dans le domaine des faits, dans celui des idées et dans celui de l'imagination, d'une âme virile, que les épreuves les plus cruelles n'ont pu abattre.

» Élève de Wurtz et son successeur dans la chaire de Chimie organique de l'Université de Paris, M. Friedel a consacré tous ses efforts à continuer et à développer l'œuvre de son illustre maître et ami. Par ses nombreux et importants travaux, par son enseignement à l'École Normale et à la Faculté des Sciences, par les élèves distingués qu'il a formés dans son laboratoire et tout récemment encore par cette École de Chimie pratique appliquée à l'industrie qu'il venait de fonder à la Sorbonne et à laquelle il donnait sans compter tous ses soins, il a exercé une grande et féconde influence sur les progrès de la Chimie organique dans notre pays durant le dernier quart de siècle. On lui doit notamment de belles recherches sur les aldéhydes, les acétones et les acides organiques, une série de travaux sur les combinaisons du silicium qui ont mis en évidence les étroites analogies entre ce corps et le carbone, et une nouvelle méthode de synthèse fondée sur l'emploi du chlorure d'aluminium, méthode dont l'admirable fécondité est encore loin d'être épuisée. La Minéralogie avait eu tout d'abord sa prédilection; il était Conservateur des Collections minéralogiques de l'École des Mines, et c'est cette Science qu'il a enseignée à l'École Normale et aussi à la Sorbonne avant d'y recueillir la succession de Wurtz. Il n'a pas manqué de l'enrichir de nombreuses observations, cristallographiques et cristallophysiques, en même temps qu'il réussissait à reproduire un grand nombre de minéraux naturels. Tout autant que l'étendue et la variété de ses connaissances, nous savions apprécier l'affabilité de son caractère, la droiture de son esprit, l'élévation de son âme, infatigablement éprise de vérité et de justice, et, pour tout dire en un mot, la haute valeur morale de sa personne.

» Professeur de Chimie à l'Institution royale de la Grande-Bretagne et à l'École des Mines de Londres, M. Frankland s'est illustré par la découverte des combinaisons organo-métalliques, ces singuliers corps composés

qui, comme le cyanogène, jouent le rôle de corps simples, et dont les types sont le zinc-éthyle et le zinc-méthyle. Il a fait connaître ensuite plusieurs procédés généraux de synthèse qui, se fondant sur l'emploi de ces combinaisons, ont contribué à fixer la valence des métaux et leur saturation. Parmi beaucoup d'autres recherches, on lui doit aussi d'importantes études sur les eaux potables et les eaux vannes, qui ont conduit à améliorer les conditions hygiéniques de la ville de Londres.

» La longue vie de M. Bunsen s'est écoulée tout entière dans le laboratoire et dans la chaire de Chimie de l'Université de Heidelberg. Dès 1837, il y établissait sa réputation en découvrant dans le cacodyle, ou arsenicdiméthyle, le premier et le type de cette série de radicaux organo-métalliques dont M. Frankland a depuis, comme on vient de le rappeler, enrichi la Chimie. Plus tard, à l'aide d'une pile nouvelle qui porte son nom, il a isolé le calcium, le baryum, le strontium, et fait connaître les propriétés de ces métaux. Chacune des étapes de sa longue et laborieuse carrière a été marquée ainsi par quelque nouveau progrès. Mais surtout il a eu la gloire d'attacher son nom à l'une des découvertes les plus considérables de la Science moderne, celle du spectroscope et de l'analyse spectrale, faite en collaboration avec Kirchhoff, son collègue dans la chaire de Physique de l'Université. On sait combien cette méthode a été et continue d'être féconde, et qu'après nous avoir fait connaître toute une série de nouveaux corps simples dont Bunsen et Kirchhoff ont trouvé les deux premiers, le cæsium et le rubidium, elle a permis de démontrer l'unité de composition chimique de tous les astres et de prouver ainsi l'identité de la matière dans toute l'étendue de l'Univers, résultat de la plus haute importance, on le comprend, pour la Philosophie naturelle.

» Après s'être acquitté avec succès de plusieurs missions hydrographiques, longues et difficiles, notamment la reconnaissance des côtes et des îles de l'Amérique occidentale dans une région où la nature paraît avoir accumulé tous les obstacles, opération qui n'a pas duré moins de sept années, l'amiral Richards, alors seulement capitaine de vaisseau, fut nommé en 1863 au poste élevé d'Hydrographe de l'Amirauté anglaise. Là, pendant dix ans, il a consacré son activité à améliorer le service qui lui était confié, tant au point de vue des méthodes scientifiques qu'à celui de la production générale. C'est sous sa direction que furent organisés divers groupes d'exploration des mers, et notamment en 1872 la célèbre expédition du *Challenger*. C'est à lui également que sont dues les études préliminaires con-

cernant les missions anglaises du premier passage de Vénus sur le Soleil. Dès 1866, notre Académie l'avait nommé Correspondant dans sa Section de Géographie et de Navigation.

» Professeur de Mathématiques à l'Université de Christiania depuis 1877, M. Lie avait répondu en 1886 à l'appel très honorable de l'Université de Leipzig, où il a enseigné jusqu'en 1898; mais, tout récemment, il était revenu dans son pays natal pour y occuper la chaire que le parlement de Norvège lui avait spécialement réservée, en la dotant pour lui d'un traitement exceptionnel. Après une première étude où il a su trouver une transformation singulière qui fait correspondre à toute ligne droite une sphère, qui fait dériver par conséquent de toute proposition relative à un système de lignes droites un théorème relatif à un ensemble de sphères, et *vice versa*, il a été conduit à construire progressivement cette magistrale théorie des groupes continus de transformations qui constitue son œuvre la plus importante et qu'il a par la suite appliquée à un grand nombre de sujets particuliers, notamment à la théorie des surfaces minima et à celle des surfaces à courbure constante. Ces beaux travaux ont eu le privilège de réunir dans une commune admiration les géomètres et les analystes, et ils ont beaucoup contribué à ce rapprochement, à cette unification des Sciences mathématiques à laquelle on a fait tout à l'heure allusion. Aussi, dès 1892, notre Académie s'était-elle attaché M. Lie comme Correspondant dans sa Section de Géométrie.

» M. Wiedemann était, depuis 1871, professeur de Chimie physique à l'Université de Leipzig, et depuis 1893, notre Correspondant dans la Section de Physique. On lui doit de nombreux travaux sur l'Électricité et le Magnétisme, en particulier des recherches devenues classiques sur l'Électrochimie et les propriétés des dissolutions salines, sur la conductibilité des métaux pour la chaleur comparée à leur conductibilité électrique, sur l'aimantation du fer et de l'acier et ses relations avec les déformations mécaniques, enfin sur la rotation du plan de polarisation de la lumière sous l'influence du courant électrique, qu'il a démontrée le premier être proportionnelle à l'intensité du courant. En 1877, il a pris la direction des célèbres *Annales de Poggendorff*, qui sont devenues les *Annales de Wiedemann*, et il a su conserver à cette publication toute l'autorité que lui avait donnée son fondateur. Mais son œuvre principale, à laquelle il a consacré une grande partie de son existence, est un Traité général d'Électricité et de Magnétisme. Véritable monument scientifique,

cet Ouvrage a eu, sous des titres différents, quatre éditions successives; le dernier volume de la dernière édition, qui en compte quatre, a paru en 1898, peu de mois avant la mort de l'auteur.

» M. Marsh, de New-Haven (Connecticut), Correspondant dans la Section de Minéralogie, a consacré sa grande fortune à la recherche des Vertébrés fossiles. Il a fait dans ce dessein aux Montagnes Rocheuses une longue suite de pénibles et périlleuses explorations. Il en a rapporté des monceaux d'ossements, qui lui ont permis de reconstituer une multitude d'animaux gigantesques et étranges qui ont étonné le monde scientifique et qu'il a décrits dans de magnifiques publications. Tout récemment, dans un admirable élan de générosité, il a fait don à Yale University de ces splendides collections. Pour tout cela, son nom restera honoré par tous ceux qui s'intéressent à l'histoire de la vie dans les temps passés.

» M. Flower, surintendant du département zoologique du British Museum, où il a remplacé Richard Owen en 1874, occupait parmi les naturalistes anglais une situation des plus élevées. Pendant plus de trente-cinq années, il s'est consacré à l'étude de l'Anatomie comparée et ses principaux travaux ont eu pour objet les Mammifères. On lui doit notamment de belles recherches sur la conformation de l'encéphale dans les Vertébrés supérieurs, sur le cerveau et la dentition des Marsupiaux, sur les homologies existant entre la ceinture pelvienne et la ceinture scapulaire des Vertébrés, sur le crâne des Carnassiers, et toute une série de Mémoires sur les grands Mammifères de l'ordre des Cétacés. Tous ces travaux l'ont désigné, en 1895, au choix de notre Académie, qui l'a nommé Correspondant dans sa Section de Zoologie.

» Attaché d'abord comme ingénieur à la construction des chemins de fer de l'Ouest Suisse, M. Riggenbach a été le promoteur du lançage des ponts métalliques, procédé qui, après des perfectionnements successifs, a été étendu, comme on sait, à des portées de plus en plus grandes, aujourd'hui gigantesques. On lui doit la création du système à crémaillère pour les chemins de fer de montagne, système qu'il a inauguré de 1871 à 1874 sur les deux versants du Rigi avec une pente maximum de 25 pour 100, et qui a reçu depuis de si nombreuses applications. On lui doit aussi la construction des chemins de fer funiculaires à caisse d'eau, réalisée d'abord en Suisse, puis dans beaucoup d'autres pays. Grâce à lui, les voies ferrées pénètrent désormais dans les gorges les plus escarpées et atteignent le sommet des plus hautes montagnes, rendant d'immenses services à des populations qui n'avaient avant lui aucun espoir d'être jamais desser-

vies autrement que par d'étroits chemins de mulets ou par de périlleux sentiers. C'est pour récompenser ces éminents services que l'Académie avait élu, en 1893, M. Riggenbach comme Correspondant dans sa Section de Mécanique.

» Vous le voyez, Messieurs, Membres ordinaires, Associés ou Correspondants, chacun de ces Confrères disparus, par une belle et libre intelligence, par un labeur obstiné et fécond, par un dévouement de toute la vie aux idées supérieures, a largement contribué à accroître le patrimoine de la Science, à en répandre au dehors les bienfaits, à la faire aimer et respecter, justifiant ainsi toutes les espérances que le monde moderne a placées en elle et nous laissant la tranquille assurance que dans l'avenir les plus hautes même ne seront pas déçues. Aussi leur garderons-nous à tous un souvenir reconnaissant. »

PRIX DÉCERNÉS.

ANNÉE 1899.

GÉOMÉTRIE.

PRIX BORDIN.

(Commissaires : MM. Poincaré, Émile Picard, Maurice Lévy, Appell; Darboux, rapporteur.)

L'Académie avait mis au concours, pour le prix Bordin à décerner en 1898, la question suivante :

Étudier les questions relatives à la détermination, aux propriétés et aux

applications des systèmes de coordonnées curvilignes orthogonales à n variables. Indiquer en particulier, et d'une manière aussi précise que possible, le degré de généralité de ces systèmes.

Un seul Mémoire fut envoyé au concours. Inscrit sous la devise

L'imagination prix de l'expérience des sens ne nous permet pas de nous figurer plus d'une rencontre de deux droites; mais ce n'est pas sur quoi la Science doit être fondée.
LEIBNITZ.

il contenait des résultats très dignes d'intérêt; mais son auteur y annonçait l'envoi d'un Supplément; et ce Supplément parvint seulement le 1er décembre à l'Académie. Dans ces conditions, l'Académie décida, sur la proposition de la Commission, de laisser le concours ouvert et de maintenir pour l'année 1899 la question qu'elle avait proposée pour 1898.

Depuis l'année dernière, trois nouveaux Mémoires ont été envoyés au concours. Un seul, inscrit sous le n° 4 et portant la devise

L'esprit ne peut se soumettre qu'à ce qui est esprit,

a été retenu par la Commission. Son écriture, sa rédaction et un renvoi formel nous permettent de reconnaître qu'il émane de l'auteur qui avait déjà concouru l'année précédente.

La Commission s'est donc trouvée en présence d'un travail unique, envoyé par fragments à des époques différentes et dans lequel se trouve abordée par cinq méthodes distinctes la principale des questions sur lesquelles l'Académie avait appelé l'attention des concurrents : à savoir le degré de généralité des systèmes orthogonaux dans l'espace euclidien à n dimensions.

Dans le Mémoire de 1898 l'auteur rattache l'étude de ce point essentiel aux propositions générales que nous devons à MM. Riquier et Delassus sur la réduction des systèmes les plus généraux d'équations aux dérivées partielles à une ou à plusieurs fonctions inconnues. En particulier, il donne une exposition à quelques égards nouvelle de la méthode de M. Delassus.

Dans le même Mémoire, il indique une seconde démonstration reposant sur la considération de ce système qui a été introduit par l'un de nous sous le nom de *système auxiliaire*. Étant donné un système d'équations différentielles ou aux dérivées partielles, ce système auxiliaire est le système linéaire auquel doivent satisfaire toutes les solutions infiniment voisines d'une solution particulière quelconque du système.

Dans le Supplément envoyé en décembre au Mémoire de 1898, il

reprend l'étude de la même question, soit en employant les méthodes de M. Riquier, soit en étudiant le système des équations aux dérivées partielles du troisième ordre auquel doit satisfaire chacune des fonctions inconnues.

Le Mémoire de 1899 n'est pas consacré, comme on pourrait le supposer, au développement du travail précédent. L'auteur remarque que la question proposée par l'Académie est comprise dans la suivante :

Étant donnée une forme quadratique de différentielles

$$\Sigma\Sigma a_{ik}\, dx_i\, dx_k,$$

déterminer, dans les cas où elles existent, toutes les formes équivalentes qui ne contiennent que les carrés des différentielles?

et il a abordé l'étude des formes différentielles dont il n'avait pas fait usage dans son premier travail.

Il reprend d'abord avec quelques développements la méthode que M. Christoffel a développée dans un travail classique pour reconnaître si deux formes quadratiques données de différentielles sont équivalentes et cherche ensuite à appliquer les critères obtenus en supposant que l'une au moins des deux formes quadratiques ne contienne que les carrés des différentielles.

Cet exposé, dans lequel nous avons dû négliger l'étude de certains problèmes accessoires faite par l'auteur, montre assez quelle est l'étendue de ses connaissances et la fertilité des ressources dont il dispose.

Malheureusement les démonstrations ne sont pas présentées avec la précision que l'Académie était en droit d'exiger et sur laquelle elle avait expressément appelé l'attention des concurrents. La rédaction, d'ailleurs, fait défaut presque complètement, malgré tout le temps qui a été laissé aux concurrents pour l'étude d'une question qui est, en somme, très limitée.

D'après cela, la Commission propose de clore le concours, de ne pas décerner le prix, mais d'accorder une mention très honorable à M. **Jules Drach**, auteur des travaux que nous venons d'analyser en lui accordant une récompense sur les fonds du prix Bordin.

PRIX FRANCOEUR.

(Commissaires : MM. Picard, Appell, Hermite;
Darboux et Poincaré, rapporteurs.)

Le prix est attribué à feu M. **Le Cordier**.

Une mention très honorable est en outre accordée à M. **Le Roy**.

PRIX PONCELET.

(Commissaires : MM. Poincaré, J. Bertrand, Appell, Sarrau;
Darboux, rapporteur.)

La Commission décerne le prix à M. **E. Cosserat**, pour l'ensemble de ses travaux de Géométrie et de Mécanique.

MÉCANIQUE.

PRIX EXTRAORDINAIRE DE SIX MILLE FRANCS.

(Commissaires : MM. de Bussy, Guyou, de Jonquières, Sarrau,
Bouquet de la Grye.)

Rapport sur les travaux de M. le commandant Baills, par M. **de Bussy**.

Le Mémoire de M. le commandant **Baills**, intitulé : *Géométrie des diagrammes,* complété par les additions que l'auteur y a faites postérieurement à la publication de son Travail dans la *Revue maritime,* fournit pour la recherche des causes qui ont amené l'abaissement du rendement d'une machine à vapeur un procédé qui a le grand avantage d'être rapide. Le travail qu'entraîne son application n'est pas considérable et les résultats obtenus

indiqueront à un mécanicien les améliorations à apporter à l'état des organes de la distribution.

Certainement le calcul, d'après les diagrammes obtenus avec l'indicateur de Watt, des quantités de vapeur existant dans un appareil à différentes époques, n'est pas chose nouvelle, mais la méthode inventée par le commandant Baills est aussi simple qu'élégante. La construction qu'il indique permet de comparer rapidement et nettement le poids de vapeur existant dans les divers cylindres avec celui qu'ils devraient renfermer s'il n'y avait ni fuites, ni condensations, et par suite de déterminer la valeur des pertes. Il y a lieu d'observer que ce contrôle ne peut se faire qu'en comparant les résultats obtenus en marche de campagne avec ceux des essais officiels de recette pour lesquels toutes les précautions ont été prises en vue d'éviter des pertes de vapeur, et cette comparaison doit se faire sensiblement dans les mêmes conditions de marche, nombre de tours, introduction, pression d'admission, réchauffage, et avec une même activité de combustion aux chaudières. Or le nombre des essais est toujours assez considérable pour que l'on puisse se rapprocher de l'un d'eux.

Nous estimons donc que les travaux de M. le commandant **Baills** faciliteront la conservation en bon état de rendement des appareils moteurs de la flotte et contribueront par suite au développement de nos forces navales.

La Commission du prix extraordinaire de six mille francs lui décerne à l'unanimité un prix.

Rapport sur les travaux de MM. Charbonnier *et* Galy-Aché ;
par M. **Sarrau**.

Dans un *Mémoire sur la mesure des pressions de la poudre au moyen de cylindres crushers*, MM. **Charbonnier** et **Galy-Aché**, capitaines d'Artillerie de la Marine, viennent de faire une nouvelle étude des conditions dans lesquelles le manomètre à écrasement, dit *crusher*, peut donner l'évaluation exacte des pressions développées par les gaz de la poudre dans les armes. Les études étendues dont cet appareil a été l'objet, dans les Services de la Guerre et de la Marine, depuis les premières recherches qui ont conduit la Marine à l'adoption de l'artillerie modèle 1870, ont fait connaître les conditions qui assurent son *fonctionnement statique*, c'est-à-dire rendent ses indications sensiblement exemptes de l'effet des forces d'inertie. Ces conditions sont aujourd'hui réalisées, soit dans le développement

normal des pressions explosives, soit dans les opérations du tarage; mais la durée de l'écrasement étant, dans le premier cas, beaucoup plus petite que dans le second, la question s'est présentée de savoir s'il n'en résulte pas, dans la loi de résistance à l'écrasement, une modification telle que l'écrasement correspondant à un même effort ne soit pas le même dans les deux cas, ce qui impliquerait erreur dans l'évaluation des pressions explosives.

Cette question a été envisagée par M. Vieille qui a trouvé expérimentalement que l'influence de la durée de l'écrasement peut être considérée comme négligeable, quand il s'agit de comparer entre elles les pressions explosives développées dans des temps différents, d'après les indications correspondantes des crushers; mais quand il s'agit de la mesure absolue de ces pressions, il devient nécessaire de savoir quelle peut être l'influence de la différence très considérable de durée qui se produit en passant du phénomène explosif au tarage.

A la suite d'expériences faites avec la balance de Jœssel, M. G. Charpy a trouvé que cette influence était appréciable et que, pour évaluer la pression explosive, la pression de la table correspondant au même écrasement devait être augmentée d'une quantité dont l'auteur n'a pu qu'indiquer l'ordre de grandeur et qu'il y aurait à déterminer par de nouvelles expériences.

C'est cette détermination que MM. Charbonnier et Galy-Aché ont entreprise, au laboratoire central de la Marine, en substituant à la balance de Jœssel le manomètre à piston libre de M. Vieille pour la détermination des résistances limites.

Procédant d'abord suivant une méthode dont le principe avait été déjà utilisé par M. Vieille et par la Commission de Gâvre, ils ont constaté que la résistance finale d'un cylindre crusher écrasé, dans l'opération du tarage, entre les enclumes du manomètre à piston libre est moindre que celle d'un autre crusher écrasé de la même quantité par l'action des gaz de la poudre; c'est-à-dire que, si l'on désigne par P la force qui a produit l'écrasement du premier crusher, il est nécessaire d'appliquer au second, pour y déterminer une nouvelle déformation permanente, une force $P + \Delta P$, l'excès ΔP atteignant 8 à 10 pour 100 de la valeur de P. Les auteurs en concluent que cet excès représenterait la correction à appliquer au nombre de la Table de tarage pour évaluer la pression maximum si, dans l'écrasement rapide, la température du cylindre était la même que dans l'écrasement lent; en fait, elle est notablement plus élevée et, comme la résis-

tance du métal diminue quand la température augmente, une seconde correction est nécessaire; les auteurs l'évaluent dans la suite de leur Travail.

Pour compléter leur étude, les auteurs ont considéré les écrasements produits par des poids tombant sur les cylindres crushers en enregistrant le mouvement de ce poids, de manière à avoir l'écrasement variable en fonction du temps pendant la durée totale du phénomène, laquelle était, dans les conditions de leurs expériences, du même ordre de grandeur que les durées des écrasements que la pression des gaz réalise dans les canons.

Ils ont ensuite cherché, à la température ordinaire et avec le manomètre à piston libre, les résistances finales des crushers ainsi écrasés, de manière à construire une courbe ayant les écrasements comme abscisses et les résistances comme ordonnées (courbe A).

De plus, ayant préalablement déterminé par des mesures calorimétriques la température développée dans les cylindres pendant leur écrasement par les poids et ayant, d'autre part, cherché avec le manomètre la résistance de cylindres portés directement à la même température, ils ont construit une seconde courbe dont les ordonnées, égales à celles de la courbe A diminuées des $\frac{3}{100}$ environ de leurs valeurs, représentent les résistances finales des crushers à la température des écrasements dus aux pressions explosives (courbe B).

Enfin, une troisième courbe (courbe C) se déduit, par simple différentiation, de la relation expérimentale qui existe entre les écrasements finaux et le travail total correspondant de la résistance à l'écrasement que mesure, dans chaque expérience, le produit du poids par la hauteur de chute.

C'est en utilisant ces données d'expérience et en leur attribuant une interprétation confirmée par la discussion des tracés que les auteurs arrivent à cette conclusion que la Table représentée par la courbe B, dont les nombres sont de 6 pour 100 environ au-dessous des nombres correspondants de la Table réglementaire, donne la pression maximum et que la combinaison des courbes B et C permet de déterminer la loi de la variation des pressions en fonction du temps.

Ces conclusions ont été soumises, en outre, à une vérification expérimentale directe consistant à employer simultanément dans le canon deux crushers enregistreurs, l'un en cuivre, l'autre en argent.

Le Mémoire se termine par les Tables nécessaires à l'emploi pratique des crushers.

Ce travail, conduit avec beaucoup de soins et de méthode, a exigé la réalisation d'un nombre considérable d'expériences à l'occasion desquelles les auteurs ont introduit de notables perfectionnements dans les appareils de mesure en usage; la fabrication des cylindres a été améliorée pour éviter des défauts d'homogénéité qui ont pu, dans d'autres expériences, masquer l'allure réelle des phénomènes; il constitue une contribution importante aux recherches persévérantes qui ont été faites, dans ces dernières années, pour accroître la précision des expériences de balistique intérieure, et la Commission, en appréciant le grand mérite, propose à l'Académie de décerner à MM. **Charbonnier** et **Galy-Aché** un prix sur les fonds mis à sa disposition par le Ministère de la Marine.

Rapport sur les travaux du capitaine de frégate E. Perrin; par M. **Guyou**.

M. **Édouard Perrin**, actuellement capitaine de frégate, commandant du *Galilée*, est sorti de l'École Navale en 1871. Depuis cette époque, il a consacré à l'étude des diverses branches des Sciences nautiques tous les loisirs que lui laissaient ses devoirs professionnels, et publié une série de Mémoires qui ont attiré l'attention du public maritime, non seulement en France, mais encore à l'étranger.

Les Mémoires de M. E. Perrin, qui ont, le plus souvent, pour objet l'exposition de méthodes nouvelles pour résoudre d'importants problèmes de navigation, se distinguent par deux qualités essentielles : leur précision scientifique et le soin avec lequel sont traités les détails pratiques d'application. Sur ce dernier point, les conseils de l'auteur sont d'autant plus précieux qu'il est lui-même très habile praticien, et qu'il n'a jamais négligé, avant de conseiller une méthode, d'en faire personnellement de nombreuses applications pour s'assurer de sa valeur pratique.

Son premier Ouvrage date de 1876. A cette époque, le capitaine de frégate Marcq de Saint-Hilaire venait de publier, dans la *Revue maritime*, les lumineux Mémoires dans lesquels ont été exposés pour la première fois les vrais principes des nouvelles méthodes de navigation. Pour l'application de ces méthodes, il devenait nécessaire de déterminer l'azimut de chaque astre observé, et les marins, qui jusqu'alors n'utilisaient cet élément que pour contrôler le compas, n'avaient à leur disposition que des Tables dressées spécialement pour le Soleil, et applicables, par suite, seulement aux astres voisins de l'équateur. M. Perrin fit voir que, par une transformation très simple, la formule qui relie l'angle au pôle et l'azimut à la dé-

clinaison et à la latitude pouvait être réduite à trois termes faciles à mettre en Tables, et que les Tables ainsi dressées facilitaient non seulement la recherche de l'azimut, mais encore celle de divers éléments fréquemment utiles à la mer. Les Tables de M. Perrin comblèrent d'une façon si heureuse la lacune qui existait dans les recueils de Navigation qu'elles furent bientôt adoptées à l'École Navale où elles sont encore réglementaires, et reproduites dans divers recueils étrangers.

Dans les années suivantes, de 1877 à 1881, M. Perrin, en collaboration avec son collègue M. Beuf, entreprend l'étude théorique et expérimentale des problèmes des distances lunaires et des occultations d'étoiles au point de vue spécial de leurs applications à la mer. A cette époque, l'opinion générale, basée sur des considérations théoriques erronées qui ont été rectifiées depuis, était que les petites distances devaient être écartées de la pratique à cause de l'importance des erreurs qu'elles pouvaient occasionner. Cependant le contre-amiral Mottez, très habile observateur, avait déjà constaté, à la mer, que les meilleurs résultats lui étaient donnés en général par les plus petites des distances que fournissait alors la *Connaissance des Temps*. MM. Perrin et Beuf firent en 1877 et 1878 de nombreuses observations pour élucider cet important sujet, et constatèrent que non seulement l'avantage signalé par l'amiral Mottez était bien réel mais encore qu'il s'étendait jusqu'aux très petites distances. Ce résultat était d'autant plus intéressant que l'observation de ces distances offre des facilités exceptionnelles. C'est à la suite d'un Rapport dans lequel ces deux officiers exposèrent le résultat de leurs travaux que le Bureau des Longitudes décida l'insertion des petites distances dans la *Connaissance des Temps*. Depuis 1880 ce Recueil donne les distances lunaires jusqu'aux limites de petitesse au-dessous desquelles l'interpolation deviendrait impraticable. Comme complément indispensable de leur travail MM. Perrin et Beuf donnèrent une formule de réduction nouvelle pour remplacer les formules usuelles dont l'approximation devenait insuffisante pour les très petites distances (*Comptes rendus*, t. LXXXVI, p. 758; 1878).

Les résultats des recherches de ces officiers sur les occultations d'étoiles ont été publiés dans la *Revue maritime* en 1882; cette publication a valu à ses auteurs une mention honorable du Ministère de la Marine.

Dans un travail publié en 1884 par la *Revue maritime*, M. Perrin appelle l'attention sur les services que peut rendre, dans certaines circonstances, la méthode des hauteurs correspondantes du Soleil pour déterminer le point à la mer. Il fait remarquer que les diverses raisons qui ont fait écarter

cette méthode par les praticiens disparaissent lorsque le Soleil culmine dans le voisinage du zénith, circonstance qui se présente assez fréquemment dans les navigations intertropicales. Alors, en effet, dans un intervalle qui peut ne pas dépasser quelques minutes, et qui n'atteint pas une heure même lorsque la distance zénithale méridienne est de 20° à 25°, le marin peut recueillir les éléments nécessaires à la détermination du point et obtenir ce résultat par un calcul très rapide. M. Perrin donne, dans son Mémoire, des formules nouvelles et une Table très simple, spécialement applicables au cas des petits intervalles. Pour étendre sa méthode aux cas où l'intervalle dépasse une heure et, par suite, au réglage des chronomètres par des observations à terre, il suffit de tenir compte d'un terme correctif donné par l'auteur dans une petite Table supplémentaire.

En 1885, M. Perrin, chargé des montres à bord du *La Galissonnière,* mit à profit sa campagne dans les mers de Chine pour vérifier l'exactitude de nos Tables de *dépression apparente* de l'horizon de la mer. Ces Tables ont été calculées avec la valeur 0,08 du coefficient de réfraction géodésique, valeur qui a été déduite exclusivement d'observations faites à terre. Déjà l'ingénieur hydrographe de Tessan, pendant la campagne de circumnavigation de la *Vénus* (1836 à 1839), avait constaté par de nombreuses mesures directes de dépression que la valeur 0,08 était trop forte. M. Perrin fit soixante-deux mesures nouvelles très précises avec un cercle répétiteur de Borda, muni à cet effet d'un miroir spécial imaginé par l'ingénieur hydrographe Daussy. Il résulte de ces observations que la valeur du coefficient de réfraction géodésique pour la mer devrait être réduite à 0,05. Ce résultat concorde avec celui qu'avait indiqué M. de Tessan. Les observations de M. Perrin ont été insérées aux *Comptes rendus* (t. CII, p. 495 et 597).

A son débarquement du *La Galissonnière,* M. Perrin est détaché à l'observatoire de Montsouris. Ayant eu l'occasion, au cours de ses nouvelles études, de s'occuper de la méthode de détermination du temps local et de la latitude par plusieurs hauteurs égales d'étoiles, et frappé de la précision surprenante obtenue avec des instruments imparfaits par Gauss d'abord, puis par d'autres observateurs, il en entreprend l'étude au point de vue des services qu'elle pourrait rendre à l'Hydrographie. Il en fait lui-même l'application à la détermination de la latitude de Montsouris. Avec son sextant, muni pour la circonstance d'un oculaire grossissant douze à treize fois et monté sur un pied articulé construit sur ses indications, il observe quatre séries de quatre ou cinq étoiles, et obtient quatre valeurs de la latitude dont le plus grand écart ne dépasse pas deux secondes et

dont la valeur moyenne diffère de une seconde seulement de la valeur donnée par la *Connaissance des Temps*. Les résultats des études de M. Perrin sur ce sujet sont exposés dans un Mémoire que le Bureau des Longitudes a jugé digne d'être inséré dans ses *Annales* (1888). L'auteur ne s'est pas borné à y exposer la méthode de Gauss et les perfectionnements qui lui ont été apportés depuis par divers astronomes; au point de vue théorique, il donne notamment du problème une interprétation géométrique dont il déduit ensuite une solution graphique élégante et simple; au point de vue pratique, il indique les précautions minutieuses à prendre pour obtenir toute la précision dont la méthode est susceptible, précautions dont la plupart lui sont suggérées par ses connaissances scientifiques et par sa grande expérience personnelle des observations exactes.

M. Perrin n'a pas borné ses études aux sujets d'Astronomie nautique. Les marins lui doivent encore une solution graphique, d'une simplicité remarquable, d'un problème relatif à la compensation des compas : la séparation des influences respectives du magnétisme permanent de la coque et du magnétisme induit par la composante verticale de la Terre sur la partie semi-circulaire de la déviation des compas. Pour résoudre ce problème, il fallait autrefois attendre que l'on ait pu recueillir les données nécessaires, dans un nombre suffisant de relâches, convenablement réparties en latitude magnétique, et résoudre, par la méthode des moindres carrés, un système d'équations de condition. Par la méthode de M. Perrin le problème est ramené à la détermination d'une droite, dont chaque relâche fournit un point par un calcul facile.

Enfin, avant de terminer, nous mentionnerons encore les services rendus à la Science par M. Perrin, dans l'observation du dernier passage de Vénus, en 1882, comme directeur de la mission Argentine à Bragado. La Commission n'a, il est vrai, à apprécier ici que les services rendus à la Navigation, mais il lui est permis de signaler à l'Académie ces services spéciaux comme une preuve nouvelle du mérite de l'officier qu'elle propose de récompenser.

L'exposé qui précède, où nous nous sommes bornés à citer les principaux travaux de M. Perrin, montre combien a été féconde l'intervention de ce savant officier dans l'étude des questions scientifiques intéressant la Navigation. Son mérite dans l'accomplissement de cette tâche a été d'autant plus grand qu'il n'a négligé pour elle aucun de ses devoirs professionnels. Il s'est au contraire acquitté de ces derniers de manière à obtenir un des plus brillants avancements de la Marine.

La Commission propose donc à l'Académie d'attribuer à M. **E. Perrin**, pour l'ensemble de ses travaux scientifiques relatifs à la Navigation, un prix sur les fonds alloués par le Département de la Marine.

PRIX MONTYON.

(Commissaires : MM. Boussinesq, Léauté, Sarrau, général Sebert; Maurice Lévy, rapporteur.)

La Commission, à l'unanimité, décerne le prix à M. **Partiot**, inspecteur général des Ponts et Chaussées en retraite, pour les nombreuses observations qu'il a faites sur le régime des fleuves maritimes, dans les quarante dernières années, et qui ont été, en majeure partie, publiées soit aux *Annales des Ponts et Chaussées*, soit dans les *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*. L'une de ses études sur les rivières à marées et sur les estuaires a déjà été honorée du prix Telferd, par l'Institution des ingénieurs civils de Londres. Une autre, sur les sables de la Loire, a reçu une mention honorable aux *Annales des Ponts et Chaussées*.

Quelque opinion que l'on ait sur le problème très difficile et très controversé de la correction des rivières à marées ou de leurs estuaires, les consciencieuses observations faites par M. **Partiot**, pendant sa longue carrière, soit sur les courbes des marées, soit sur le mouvement des sables, fourniront aux ingénieurs qui ont à s'en occuper des données très utiles. C'est pourquoi la Commission a voulu récompenser l'ensemble de son œuvre.

PRIX PLUMEY.

(Commissaires : MM. Guyou, Sarrau, Deprez, Léauté; de Bussy, rapporteur.)

M. **Bonjour**, Ingénieur, à qui l'ingéniosité de ses inventions a fait depuis longtemps déjà une situation des plus distinguées parmi les mécaniciens, est l'auteur d'un certain nombre de dispositifs ayant pour objet d'augmenter l'effet utile des machines à vapeur ou de simplifier leur construction. Nous citerons spécialement :

1° Le déclenchement hydraulique substitué au déclic des machines Corliss;

2° Une transmission supprimant les excentriques multiples, les coulisses, les bielles et autres organes mécaniques ordinairement employés pour conduire les tiroirs.

Le déclenchement hydraulique, dont j'emprunte la description à un Rapport fait par M. Hirch à la Société d'Encouragement, a pour organe principal une bielle en deux parties formant la transmission entre l'excentrique et le distributeur; les deux parties de la bielle se terminent : l'une, par un fourreau; l'autre, par un piston entrant dans ce fourreau. L'intervalle entre le piston et le fond du fourreau est plein d'un liquide, lequel résiste par son incompressibilité à la poussée produite par l'excentrique et détermine ainsi l'ouverture du distributeur; mais, à un point donné du parcours, un robinet s'ouvre dans le fond du fourreau, le liquide s'échappe, la force de rappel agit seule et ramène le distributeur à la position de fermeture. Des combinaisons cinématiques très élégantes mettent le robinet sous la dépendance du régulateur, ce qui fait varier la détente à la demande du travail imposé au moteur.

Le déclenchement hydraulique supprime les chocs si fâcheux qui se produisent forcément dans les commandes des distributeurs avec déclic, et permet, par suite, d'aborder, dans le fonctionnement des machines, des allures beaucoup plus vives. Il est employé avec succès sur un grand nombre de puissantes machines dans les diverses parties de l'Europe.

La solution très simple, imaginée par M. Bonjour à l'aide de sa transmission hydraulique, du problème de la conduite des tiroirs, intéresse particulièrement les grands appareils moteurs employés pour la navigation. Chacune des machines actionnant les propulseurs sur un grand navire comprend, pour la distribution de la vapeur dans les quatre cylindres, huit chariots d'excentrique, huit colliers d'excentrique, huit barres d'excentrique, quatre coulisses avec leurs bielles de suspension, des arbres de relevage avec leurs appareils de manœuvre à bras et à vapeur.

Dans le système imaginé par M. Bonjour, tout cela est remplacé par un excentrique unique actionnant de petites pompes foulantes dites *génératrices,* en nombre égal à celui des cylindres, lesquelles mettent en mouvement un liquide qui se rend par un tuyau sous un piston monté sur la tige du tiroir dont les mouvements suivent exactement ceux du piston générateur. Des dispositions simples et très efficaces, inventées par M. Bonjour, annulent les effets perturbateurs auxquels pourraient donner lieu les fuites et les dilatations de l'organisme. Le changement de marche et la variation de la détente s'obtiennent en modifiant le calage de l'excen-

trique sur l'arbre. La transmission hydraulique de M. Bonjour a été expérimentée par la Marine nationale sur l'*Ondine*. Des essais prolongés faits sur ce navire ont été suivis par une Commission dont le Rapport a été très favorable.

A la suite de ce Rapport, le Creusot n'a pas craint d'adopter le système de M. Bonjour pour la conduite des tiroirs de l'un des appareils moteurs du croiseur à deux hélices l'*Infernet,* de 8000 chevaux, et le Ministre de la Marine en a autorisé l'application à l'une des machines du croiseur le *Dupetit-Thouars,* de 17600 chevaux, et à une machine de torpilleur.

En raison des faits exposés ci-dessus, la Commission estime que les travaux de M. **Bonjour** apportent des perfectionnements sérieux aux machines à vapeur et notamment à celles employées pour la navigation, et lui décerne, à l'unanimité, le prix Plumey pour la présente année.

PRIX FOURNEYRON.

(Commissaires : MM. Maurice Lévy, Boussinesq, Sarrau, Sebert; Léauté, rapporteur.)

Le sujet du prix était le suivant :

Perfectionner en quelque point la théorie des trompes. Confirmer les résultats obtenus par l'expérience.

La Commission a eu à examiner deux Mémoires qui lui ont été soumis; l'un portant la devise :

Mundus numquam est, nascitur semper et moritur

lui a paru très digne d'intérêt.

Ce Mémoire qui est clair et conscieusement rédigé comprend une partie théorique et une partie expérimentale; il répond donc bien au programme du prix.

La théorie admet comme hypothèse fondamentale que les densités du fluide moteur et du fluide entraîné ne varient pas pendant le passage à travers le mélangeur et le diffuseur, c'est-à-dire que le mélange des deux fluides s'établit sans contraction de volume.

Cette hypothèse, qui peut être approchée dans certains cas, n'est admissible qu'à titre de première approximation; le choc de deux veines fluides

animées de vitesses différentes doit amener une variation de pression qui se répercute dans toute la masse.

Cependant il faut reconnaître que, en opérant comme il l'a fait, l'auteur est conduit par ses formules à des résultats qui concordent bien avec l'expérience dans le cas de ce qu'il appelle le *fonctionnement normal*.

Quelle que soit d'ailleurs la valeur qu'il faille attribuer à cette partie théorique, en raison des simplifications faites, simplifications qui sont toujours mises en lumière, c'est la deuxième partie du travail où se trouvent les recherches expérimentales qui présente le plus d'intérêt; elle constitue une addition utile aux expériences déjà connues sur le même sujet.

L'auteur étudie spécialement les trompes à air; ses essais portent sur onze trompes et pour quatre d'entre elles il arrive à obtenir un rendement très satisfaisant, notablement supérieur même à celui qu'on obtient d'ordinaire.

A ce titre, ses expériences mériteraient déjà de fixer l'attention, mais elles conduisent encore à des remarques intéressantes parmi lesquelles nous signalerons l'opportunité d'employer plusieurs tuyères concentriques lorsque le rapport des débits dans la veine motrice et dans la veine entraînée dépasse l'unité.

En résumé, le Mémoire soumis à notre examen contient une partie théorique qui, sans prétendre à la rigueur, est conduite avec clarté et méthode; il renferme ensuite, dans sa partie pratique, des expériences consciencieuses, bien faites, conduisant à des résultats intéressants dont quelques-uns constituent des progrès.

La Commission n'hésite pas, dans ces conditions, à décerner à ce Mémoire le prix Fourneyron.

Le pli cacheté portant comme devise : *Mundus nunquam est, nascitur semper et moritur*, a été ouvert en comité secret à la séance du lundi 20 novembre; il contenait le nom de M. **Auguste Rateau**, ingénieur au Corps des Mines, qui a été proclamé lauréat du prix Fourneyron.

ASTRONOMIE.

PRIX LALANDE.

(Commissaires : MM. Faye, Wolf, Janssen, Callandreau; Lœwy, rapporteur.)

M. **W.-R. Brooks** s'est rendu célèbre par une série ininterrompue de découvertes cométaires très importantes, accomplies d'abord à Phelps, de 1883 à 1888, et, depuis cette époque, à Geneva, dans l'État de New York.

L'Astronomie lui est aussi redevable de 16 nouvelles comètes qui nous ont apporté des renseignements précieux et variés sur cette catégorie de corps célestes. Cinq de ces astres décrivent autour du Soleil des orbites elliptiques, deux d'une période très courte et trois dont la durée de révolution ne dépasse pas mille ans. Plusieurs autres trajectoires semblent posséder un caractère légèrement hyperbolique.

Parmi ces conquêtes qui ont enrichi l'Astronomie, il convient de signaler de façon toute spéciale la comète Brooks de 1889. Cet astre nous fournit un exemple frappant des modifications notables que peuvent subir les comètes sous l'influence des forces attractives des masses planétaires.

En effet, la comète Brooks parcourait en quarante-deux ans sa trajectoire autour du Soleil, dans des conditions normales, jusque vers le milieu de l'année 1886; mais, à partir de cette époque, où elle a passé si près de Jupiter qu'elle en a presque frôlé la surface, sa constitution, aussi bien que sa marche, ont été profondément altérées. A cette faible distance, sous l'action considérable de l'énorme planète, l'astre s'est divisé en cinq fragments et la durée de sa révolution, de quarante-deux ans en 1886, est descendue à sept ans en 1889. Cet essaim cométaire est ainsi devenu le point de départ de très intéressantes études.

Grâce à son infatigable exploration du Ciel, M. **W.-R. Brooks** a réussi en outre, et sans le secours d'aucune éphéméride, à retrouver les deux anciennes comètes périodiques de Pons (1812) et d'Olbers (1815).

Afin de récompenser les efforts si persévérants et si féconds de cet astronome, votre Commission propose de lui décerner le prix Lalande.

PRIX VALZ.

(Commissaires : MM. Lœwy, Faye, Janssen, Wolf; Callandreau, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix Valz à M. **Nyrén**, astronome à l'observatoire de Poulkovo, pour l'ensemble de ses travaux dans le domaine de l'Astronomie sidérale.

On sait la grande place que l'Astronomie sidérale tient aujourd'hui dans les préoccupations des astronomes. M. Nyrén, depuis une trentaine d'années, a pris une part prépondérante aux admirables séries de mesures qui ont mis hors de pair l'observatoire de Poulkovo et assuré les fondements de l'Astronomie de précision.

PHYSIQUE.

PRIX LA CAZE.

(Commissaires : MM. Cornu, Mascart, Lippmann, Becquerel, Berthelot, Violle, Cailletet, J. Bertrand; Potier, rapporteur.)

La Commission, à l'unanimité, décerne le prix La Caze à M. **Blondlot**, professeur à la Faculté de Nancy, Correspondant de l'Académie.

M. Blondlot s'est occupé spécialement d'Électricité. Dès ses débuts, ses Travaux sur la non-existence de la dilatation galvanique, et sur la capacité de polarisation, ont attiré l'attention des physiciens, tant par l'originalité des méthodes que par la rigueur des raisonnements. Depuis cette époque, soit seul, soit en collaboration avec le savant doyen de la faculté de Nancy, ou avec M. Curie, il n'a cessé de produire : la simultanéité des phénomènes optiques dus au magnétisme ou à l'électricité (rotation du plan de polarisation, phénomène de Kerr) et de leur cause; les différences électriques au contact de deux liquides; la transmission de l'électricité à faible tension par l'intermédiaire de l'air chaud, l'influence de l'illumination et

de l'insufflation sur la décharge des corps électrisés; la construction d'un électromètre absolu pour hautes tensions, d'un wattmètre et, tout récemment, d'un compteur fondé sur un principe entièrement nouveau, ont été successivement l'objet de ses études.

Nous ne pouvons ici qu'énumérer ces Mémoires, sans en faire ressortir l'importance; obligés de faire un choix, nous donnerons un peu plus de détail sur d'autres Travaux.

La détermination de la vitesse avec laquelle se propage dans le vide une perturbation électrique est aussi importante en elle-même que la mesure de la lumière.

La théorie de Maxwell conduisait bien à admettre que cette vitesse n'était autre que la quantité désignée sous le nom de *rapport des unités électromagnétique et électrostatique,* rapport mesuré par de nombreux physiciens, et la coïncidence entre la vitesse ainsi calculée et la vitesse de la lumière est un argument puissant en faveur de l'assimilation des phénomènes lumineux et des phénomènes électromagnétiques, ou au moins de l'unité du milieu dans lequel ils se propagent. Il n'en était que plus désirable d'avoir une mesure directe de cette vitesse, et non une évaluation basée sur des idées théoriques.

En dépit de sa simplicité apparente, la question était difficile et n'avait pas été résolue, malgré les efforts de savants tels que Wheatstone et Fizeau. La difficulté la plus importante provient de l'emploi obligatoire des fils métalliques, indispensables comme les lentilles dans les expériences d'Optique, pour guider les perturbations ou ondes électro-magnétiques, et qui apportent un trouble considérable dans la propagation quand la perturbation n'est pas très brusque, trouble dont l'importance varie avec la nature du conducteur. Par un heureux dispositif expérimental, M. Blondlot a su triompher de ces obstacles et est arrivé à montrer l'égalité des deux vitesses.

En étudiant la propagation des ondes électromagnétiques dans les milieux pondérables, M. Blondlot a réussi à démontrer expérimentalement les lois suivantes : la longueur d'onde correspondant à un résonateur donné est indépendante du milieu ambiant, et la vitesse de propagation en raison inverse de la racine carrée du pouvoir inducteur spécifique de ce milieu; et par l'emploi d'un résonateur de forme appropriée, il a pu calculer, avec une précision bien supérieure à celle qu'avait obtenue l'illustre Hertz, la longueur d'onde correspondante, longueur qui a été trouvée conforme à celle prévue dans la théorie.

Enfin, par une méthode tout à fait nouvelle, et indépendante de la théorie à laquelle on vient de faire allusion, M. Blondlot est parvenu à comparer directement les pouvoirs inducteurs des diélectriques quand ils sont le siège d'oscillations hertziennes, c'est-à-dire d'une très grande fréquence.

On voit, par ce bref exposé, combien les recherches de M. **Blondlot** ont donné de précision aux notions expérimentales acquises antérieurement et combien est justifié le choix de la Commission.

STATISTIQUE.

PRIX MONTYON (Statistique).

(Commissaires : MM. de Jonquières, Rouché, Brouardel, J. Bertrand, Laussedat; Haton de la Goupillière, rapporteur.)

L'Académie a reçu cette année huit Ouvrages pour le concours du prix Montyon de Statistique.

Quatre d'entre eux ont dû être écartés purement et simplement par votre Commission, comme ne rentrant pas dans l'énoncé des conditions du prix, nettement formulées par son fondateur. Cette décision nécessaire n'est en aucune façon relative à la valeur intrinsèque, très inégale d'ailleurs, de ces travaux que nous ne désignerons pas ici nominativement, suivant l'usage établi en pareil cas.

Nous pouvons même ajouter que l'un d'eux constitue une œuvre de premier ordre, digne à nos yeux, après un scrupuleux examen, d'une haute récompense de la part de l'Académie, qui devra seulement être cherchée dans une direction différente.

Les quatre Ouvrages retenus par votre Commission ont été classés par elle de la manière suivante :

Le prix Montyon de Statistique de 1899 est attribué, par moitié pour chacune d'elles, aux deux œuvres suivantes :

1° Les deux Volumes intitulés : *La France charitable* et *Paris charitable*, présentés par l'**Office central des Œuvres de bienfaisance** ;

2° *Enquête sur les logements, professions, salaires et budgets;* par MM. les Drs **Dumesnil** et **Mangenot**.

M. **Turquan** a présenté un *Album démographique de la France,* avec un Mémoire à l'appui, intitulé : *Examen analytique de l'accroissement de la population française.* Cet auteur en est à sa quatrième présentation, pour le concours du prix Montyon de Statistique, d'Ouvrages, variés de forme, mais relatifs à ce même sujet de la population française. Il a déjà obtenu, en 1885, une mention très honorable; en 1886, un rappel de cette mention; et, en 1887, le prix Montyon de Statistique (*Comptes rendus,* t. CV, p. 1327). Votre Commission lui décerne, pour la présente année, le rappel de ce prix, en raison de la valeur de l'œuvre nouvelle présentée par lui, mais sans partage des sommes précitées.

M. **Henri de Beaumont** a présenté la première année de la *Revue de Statistique.*

Pour des motifs énoncés plus loin, votre Commission, en signalant aujourd'hui, par une simple mention, ce nouveau périodique à son début, en a remis à plusieurs années l'appréciation définitive.

Les Rapports suivants sont destinés à vous présenter en détail les motifs qui ont déterminé ces choix.

Rapport de M. DE **Jonquières** *sur les deux Ouvrages intitulés : « La France charitable » et « Paris charitable », présentés par* l'« Office central des Œuvres de bienfaisance ».

L'Office central des Œuvres de bienfaisance, reconnu d'utilité publique, siège au n° 175 du boulevard Saint-Germain, a pour président M. le marquis de Vogüé, Membre de l'Académie française, pour vice-président M. Georges Picot, Membre de l'Institut, pour Secrétaire général fondateur M. Léon Lefébure, ancien député, et se composait, en outre, au moment de sa création, de trente-sept membres, jouissant tous d'une haute notoriété; M. Jules Simon en faisait alors partie. Cette Société présente à l'Académie des Sciences, pour concourir, en 1899, au prix de Statistique fondé par M. de Montyon deux Volumes (grand in-8°), l'un de plus de 1200 pages, intitulé : *La France charitable et prévoyante;* l'autre de 644 pages : *Paris charitable et prévoyant,* ayant tous deux pour objet « le recensement général de nos œuvres de bienfaisance ».

L'Office central des Institutions charitables, créé par M. Léon Lefébure, a eu pour but, non de se substituer à ces œuvres, d'empiéter sur leurs droits, ou d'affaiblir en quoi que ce soit leur autonomie, mais au contraire de les fortifier par une entente commune, et d'accroître leur puissance en régularisant leurs efforts. Ainsi que le disait, avec une éloquente précision, M. Paul Deschanel dans un discours prononcé le 7 juin 1895, à l'Assemblée générale de l'Office central : « Les œuvres de l'initiative privée s'étaient développées un peu au hasard, sans concert, sans méthode, restant isolées, souvent ignorées les unes des autres et, chose plus grave, de ceux-là mêmes qu'elles se proposaient de secourir. De là, un gaspillage de forces, de ressources; des doubles emplois fréquents; les vrais pauvres dépouillés par les faux; la charité dupée par l'imposture. »

Frappé de cette dispersion et du contraste qui, d'après ses recherches approfondies, « existait entre l'immensité de l'effort tenté par la charité publique et privée pour secourir la misère et le résultat de cet effort », M. Léon Lefébure, à la suite d'un discours-programme prononcé devant la Société d'Économie sociale, obtint la fondation, en 1890, de l'Office central, qui a eu pour but de mettre un terme à cette situation. « Cet Office sert de lien aux institutions charitables, rapproche les bienfaiteurs et les pauvres qui, trop souvent, se cherchaient sans se rencontrer; s'efforce de substituer de plus en plus à l'aumône aveugle l'assistance raisonnée et informée, de procurer aux pauvres valides un travail temporaire, d'ouvrir aux orphelins, aux malades, aux vieillards, aux malheureux de toute catégorie l'accès des œuvres créées pour eux, de canaliser, en un mot, les efforts et les ressources de la charité privée ».

Pour remplir ce vaste programme, il était nécessaire que l'Office fût exactement renseigné lui-même sur *toutes* les institutions charitables de notre pays. Aucun document n'était alors, à beaucoup près, assez complet pour remplir ce but. « A l'heure présente, disait M. Lamy, la bienfaisance est un livre immense et admirable, où chaque œuvre a écrit une page; mais il manque à ce livre une table des matières. Faute de cette table, beaucoup de gens ne peuvent y trouver le passage dont ils auraient besoin et, faute de temps, ils laissent le livre fermé ». (*Assemblée générale* de 1891-1892) [1].

---

[1] Cette métaphore, empruntée à M. Lamy, a le mérite d'une élégante simplicité; mais elle est insuffisante. Elle pourrait laisser croire que « l'œuvre de l'Office central » n'est rien de plus qu'une table des matières, tandis qu'en réalité, outre un

L'Office central a donc commencé par procéder à une enquête permanente et impartiale sur les œuvres charitables de toute nature qui existent en France. Cette laborieuse enquête répondait à un besoin professionnel de l'Office central, et tendait du même coup à un évident profit pour le public. Le nombre est grand, en effet, des personnes qui veulent secourir les malheureux et ne savent comment s'y prendre. « Faute d'être guidées, certaines velléités charitables s'évaporent; d'autres s'égarent. » C'était donc leur rendre un important service que de mettre à leur disposition un tableau méthodique, où elles pourraient trouver la solution convenant à leur cas particulier.

A ce premier motif, qui conseillait la publicité de l'enquête, s'en joignait un autre d'ordre plus général encore : l'intérêt qu'il pouvait y avoir à donner à la France le sentiment de sa générosité et de ses vertus intimes, en lui révélant le bilan de sa charité.

« Notre littérature, du moins celle qui est la plus bruyante, crie sur les toits nos défauts, aime à étaler nos plaies, et donne, comme des types, des exceptions peu édifiantes; nous calomnie et pratique à nos dépens l'hypocrisie, non de la vertu, mais du vice. Nous valons mieux que ce prétendu portrait; sous des apparences qui peuvent tromper un observateur superficiel ou malveillant, la population française, envisagée dans son ensemble, travaille, peine, épargne, exerce dans l'ombre les vertus de la prévoyance et de la charité. »

C'est sous la poussée de ce double courant qu'il s'est fondé, en France, d'admirables institutions pour prévenir ou soulager la misère. Elles ont jailli du sol, isolément, obscurément, silencieusement, fuyant la publicité. Ainsi dérobée au grand public, cette floraison spontanée est non seulement ignorée, mais encore méconnue, et trop souvent l'on se fait contre ces œuvres une arme de leur discrétion. Il importe de les produire au grand jour et de montrer, en les rapprochant, l'admirable gerbe qu'elles composent. « Malgré des symptômes alarmants, dit M. Lefébure dans son rapport de 1894-1895, nous conservons encore, au milieu de tous les peuples du monde, la plus enviable des supériorités; notre nation est celle vis-à-

---

inventaire complet et une énumération minutieuse, elle offre une classification méthodique accompagnée de toutes les indications utiles et des tableaux de chiffres nécessaires, c'est-à-dire qu'elle réunit l'ensemble des caractères distinctifs d'une vraie statistique, par lesquels la Science qui porte ce nom est, ou devrait être, toujours définie.

vis de laquelle l'humanité contracte chaque jour la plus grosse dette, et nous pouvons avoir la légitime ambition de rester les maîtres dans l'art de faire du bien. » Aux détracteurs qui seraient tentés de nier l'âme et le cœur de la France, il n'y a pas à opposer de réfutation plus péremptoire que l'inventaire exact de nos richesses charitables, tel que l'Office central, grâce à un persévérant et prodigieux labeur, l'a dressé et résumé, avec autant d'ordre que de clarté, dans les deux Volumes soumis par lui à l'examen de notre Commission de Statistique.

Ce magnifique travail, soigneusement et généreusement édité par la maison Plon, Nourrit et Cie, met en complète lumière ce qui fait pour une bonne part l'honneur d'une nation, c'est-à-dire la solidarité intelligente et affectueuse qui en relie les différents membres. Il stimule, par la contagion de l'exemple, l'initiative individuelle et la générosité publique; enfin, il rend plus efficace, en la faisant connaître à tous, l'assistance qui, sous des formes multiples et infiniment ingénieuses, s'adresse à tous les besoins et à toutes les misères sur tous les points de notre France.

Sans nous laisser entraîner ici à des détails, pour la connaissance desquels il suffira d'ouvrir et de feuilleter les deux volumes, bornons-nous à signaler les substantielles et lumineuses Notices de M. l'Inspecteur général des Ponts et Chaussées Chaysson, président de la Commission d'enquête, où ont été empruntées, souvent textuellement, les considérations qui précèdent, et concluons en disant que jamais peut-être aucun travail de statistique n'a exigé des recherches plus délicates, plus difficiles, plus variées; n'a réclamé, dans l'exposition des résultats, plus d'ordre et de méthode pour porter efficacement et promptement les résultats à la connaissance des intéressés, bienfaiteurs et assistés; n'a abordé des faits d'un ordre plus élevé, et plus utiles à la société; enfin n'a eu pour collaborateurs des hommes plus éminents, plus dévoués, plus entraînés par l'amour du bien public et de leurs semblables.

Après l'avoir lu, on est donc en droit de dire que si le charitable M. de Montyon, créateur du prix que nous sommes chargés de décerner, pouvait reparaître un instant au milieu de nous, il y reconnaîtrait sans hésitation l'idéal auquel il obéissait en faisant sa fondation.

Rapport de M. **Brouardel** *sur l'* « *Enquête sur les logements, professions, salaires et budget* » (*Loyers inférieurs à 400 francs*), *par les D*[rs] Dumesnil *et* Mangenot.

Cette enquête a été faite personnellement par les auteurs, elle n'a utilisé aucun document de seconde main. Ils ont, dans un quartier du XIII[e] arrondissement, visité chaque logement, si infect qu'il fût. Ils ont causé avec les occupants, se sont renseignés sur la nature des travaux auxquels se livrent les membres de la famille, sur le produit qu'ils en tirent, sur la durée du chômage des industries dans lesquelles ils sont employés. En un mot, ils ont procédé à une étude complète d'hygiène sociale appliquée aux logements et aux habitants de la Pointe d'Ivry.

Cette étude comprend deux parties : la première est consacrée à la description des rues, maisons, logements, de leur mode d'habitation, de leur peuplement ou plutôt de leur surpeuplement; la seconde donne les renseignements les plus complets sur la profession, les salaires, les recettes et les dépenses des occupants.

Ce travail constitue un recueil d'observations prises sur le vif, avec l'exactitude la plus scrupuleuse; il peut servir de base de discussion à ceux que préoccupe le sort des classes nécessiteuses.

Je ne puis entrer dans la description des logements qui sont, pour la plupart, d'une insalubrité incroyable; des garnis, du nombre d'habitants qui les occupent; notons seulement que le prix de location est infiniment plus élevé pour la surface occupée qu'il ne l'est pour les grands appartements, que le nombre des enfants est considérable; quelques familles, confinées dans une seule chambre, ont sept, huit enfants; une en a douze.

La seconde partie, celle que l'on peut, par euphémisme, appeler le budget de la famille, est certainement la partie la plus neuve de cette étude. Chacun des trois mille habitants a son compte spécial, la part réservée au loyer, à la nourriture et au vêtement est faite avec une rigueur complète.

Les auteurs arrivent à cette conclusion qu'un ménage ayant moins de un franc de revenu par tête et par jour ne peut subvenir à ses dépenses uniquement avec le produit de son travail, il faut lui venir en aide. Pour ne pas recourir à l'aumône, l'ouvrier doit faire partie d'une société de secours mutuels, des sociétés de secours par le travail, etc.

Cette étude, basée sur une statistique individuelle, est tout à fait nouvelle; elle a été menée à bien, parce que les auteurs ont fait personnellement une enquête qui a duré plus d'un an, qu'ils ont dû grouper leurs observations avec une parfaite clarté. L'un d'eux, M. le Dr Dumesnil, est mort, épuisé de fatigues, avant d'avoir complètement terminé cette œuvre.

Nous estimons qu'un tel travail est digne d'un prix.

Rapport de M. **Rouché** *sur « l'Album demographique de la France »;*
par M. Victor Turquan.

Cet Ouvrage a pour objet l'examen analytique de la variation et de la composition par sexe, âge et état civil de la population française depuis le commencement de notre siècle.

Il se compose d'un magnifique Album renfermant 126 planches coloriées et d'un Mémoire manuscrit expliquant sommairement l'objet de chaque planche et les conséquences qui en résultent.

Il y a, pour chaque département : 1° un diagramme indiquant l'allure générale de la population; 2° une figure spéciale que M. Turquan nomme *pyramide des âges* et qui met en évidence la distribution de la population suivant le sexe, l'âge et l'état civil. Ces deux figures sont intimement liées l'une à l'autre et se complètent en quelque sorte mutuellement.

Les départements ont été classés par province; ce mode de classification est justifié par ce fait que, dans les départements appartenant à une quelconque de nos anciennes provinces, l'allure générale de la population est à peu près semblable et que la composition est même parfois presque identique.

Les provinces à leur tour ont été groupées par régions, qui sont au nombre de six. Les voici avec les provinces qui les composent :

1° *Ouest.* — Normandie, Poitou, Saintonge, Aunis, Angoumois, Maine, Anjou, Bretagne;

2° *Est.* — Lorraine, Alsace, Franche-Comté, Champagne, Bourgogne;

3° *Sud-Ouest.* — Guyenne, Gascogne, Béarn, Comté de Foix, Languedoc et Roussillon, Pyrénées;

4° *Nord.* — Ile-de-France;

5° *Sud-Est.* — Corse, Comté de Nice, Comtat-Venaissin, Savoie, Provence;

6° *Centre.* — Berry, Bourbonnais, Touraine, Nivernais, Lyonnais, Auvergne, Marche, Limousin, Orléanais.

Nous ne saurions suivre M. Turquan dans les détails relatifs à chaque région; il faudrait pour cela reproduire entièrement son excellent Mémoire. Mais il est particulièrement intéressant de signaler les foyers principaux et en quelque sorte permanents, soit de la diminution, soit de l'accroissement de la population.

Le plus ancien foyer de dépopulation est la Normandie, exception faite du Havre et de Rouen. Puis viennent successivement Clamecy, Vitry-le-François, une partie de la Marne et de la Nièvre, le Jura, les vallées du Rhône, de la Garonne, du Tarn, de l'Aude et de l'Hérault.

Les foyers d'augmentation sont heureusement plus nombreux que les précédents et permettent par suite de regagner très amplement ce que le pays a perdu. Ce sont : le Pas-de-Calais, le Nord, les Ardennes, Reims, la frontière de l'Est, le Finistère, le Morbihan, la Loire-Inférieure, les bords de la Gironde, la Vendée, le Poitou, le Berry, le Lyonnais et Saint-Étienne, Bayonne, Toulouse, les côtes de la Méditerranée, la Corse et l'agglomération parisienne.

Il faut remarquer que ce ne sont pas toujours les régions les moins fécondes qui voient leur population s'éclaircir le plus. Ainsi dans les Alpes, en Savoie, dans le Massif central, c'est surtout à l'émigration qu'est due la diminution de l'effectif des habitants.

Heureusement, dans la plupart des cas, cette émigration se produit à l'intérieur de la France, sans sortir de nos frontières; elle a pour effet de remplacer, dans les centres les plus actifs et les plus riches, les vides causés par la mort et par la diminution des naissances, et de fournir la main-d'œuvre aux populations pauvres et prolifiques; elle contribue de la sorte à développer la richesse de notre pays.

Notre analyse fort incomplète ne saurait donner qu'une faible idée de l'importance de l'Ouvrage de M. Turquan, des recherches qu'il a nécessitées, ni enfin du soin avec lequel l'Album a été exécuté.

C'est un très beau travail qui mérite certainement d'être récompensé.

Rapprot de M. **Haton de la Goupillière** *sur la « Revue de Statistique »,*
présentée par M. Henri de Beaumont.

Le directeur de la *Revue de Statistique,* M. **Henri de Beaumont**, présente au concours du prix Montyon de Statistique la première année de ce Recueil hebdomadaire, laquelle s'étend du 6 mars 1898 au 9 avril 1899, avec Table des matières et 832 pages grand in-8° sur deux colonnes chacune.

Cette présentation rentre incontestablement dans le programme du prix, car le volume est exclusivement formé d'études et de Tableaux de Statistique; et, bien qu'il concerne un peu tous les pays, il fait à la France une part tellement importante que, en s'y réduisant par la pensée, on y trouve encore une matière considérable.

Toutefois on peut objecter, sinon en principe, mais tout au moins par comparaison avec d'autres concurrents, qu'il ne s'agit pas ici à proprement parler d'une œuvre originale de Statistique, c'est-à-dire de l'élaboration par un auteur de nombres recueillis par lui, ou même par d'autres, sur un sujet déterminé, mais coordonnés par ses propres efforts, de manière à en dégager des énoncés et des lois, ou tout au moins à les préparer utilement pour une telle investigation de la part de chercheurs et d'économistes futurs.

La lettre d'envoi explique que le but que s'est proposé le fondateur « est de vulgariser les renseignements statistiques contenus dans les innombrables documents publiés par les administrations publiques, et de faire connaître exactement l'état économique de la France, ses ressources, sa richesse et sa situation dans le monde ».

Nous reconnaissons volontiers que ce but, qui a certainement une grande importance, semble atteint par cette publication qui, dès son début, paraît présenter une grande solidité, en même temps qu'une variété plus grande encore d'articles, dont le nombre est énorme, la plupart se réduisant à une ou deux pages. Cette revue s'impose donc à l'attention des hommes d'étude, mais nous ne saurions admettre qu'elle puisse victorieusement concourir, après un aussi court laps de temps, pour les récompenses élevées que décerne l'Académie des Sciences.

Le fondateur aura tout avantage à laisser écouler un certain temps, en accumulant plusieurs Volumes, par exemple trois ou quatre, pour en représenter alors tout l'ensemble. Peut-être, dans ces conditions, l'importance de sa publication, au point de vue du concours annuel que nous avons à juger, se sera-t-elle accrue par des rapprochements, des coordinations de nature à augmenter pour l'homme d'études la valeur de cette mosaïque, précieuse par sa richesse, mais nécessairement un peu dénuée de consistance, si l'on ne l'envisage que pour une aussi courte étendue.

Votre Commission, en signalant à votre attention l'intéressant début de la *Revue de Statistique*, vous propose donc d'engager l'auteur à ne la représenter qu'au bout d'un intervalle de quelques années.

CHIMIE.

PRIX JECKER.

(Commissaires : MM. Troost, H. Moissan, E. Grimaux, Ditte; Armand Gautier, rapporteur.)

La Commission du prix Jecker propose, à l'unanimité, de décerner ce prix, pour 1899, à M. **Maurice Hanriot.**

M. M. Hanriot, déjà lauréat de l'Institut, Membre de l'Académie de Médecine, agrégé et chef des Travaux chimiques de la Faculté de Médecine, Président de la Société chimique de Paris pour 1899, s'est distingué depuis longtemps par la variété et la valeur de ses travaux en Chimie organique. De ses anciennes recherches, nous nous bornerons à citer ses travaux sur la glycérine et les dérivés du glycide; sur l'aldéhyde et ses polymères; sur quelques produits d'oxydation de la strychnine; sur un procédé de synthèse de corps aromatiques complexes par substitutions opérées sur les hydrocarbures potassés, etc.; dans l'ordre de la Chimie physiologique, nous rappellerons ses études, en collaboration avec M. Ch. Richet, sur la respiration et les lois qui président aux échanges pulmonaires sous l'influence du travail musculaire, du sommeil, de l'alimentation variée, des bains, etc..., et, comme suite à cet important travail, ses recherches sur l'assimilation des hydrates de carbone, et sur le mécanisme de leur transformation en graisses dans l'économie.

Nous nous étendrons un peu plus sur les publications faites par M. Hanriot au cours de ces dix dernières années.

En 1889, en collaboration avec M. Bouveault, alors son préparateur, il étudia l'action du sodium sur les nitriles de la série grasse et obtint le propionylpropionitrile, premier représentant de la classe des nitriles acétoniques. Après avoir donné une méthode permettant de remonter aux homologues supérieurs de ces corps, M. Hanriot prépara, par l'action de l'hydroxylamine sur le propionylpropionitrile, l'amidométhyléthyloxazol, etc. Ce corps ouvrait une série nouvelle, celle des isoxazols, véritables bases à sels définis, mais bases cycliques fournissant des dérivés diazoïques et des

isoxalones. Les nombreux dérivés de ces premiers termes établirent les aptitudes et fonctions de cette famille.

Des recherches poursuivies sur l'action physiologique du chloral amenèrent, en 1893, M. Hanriot à combiner ce corps à la glycose dans le but d'obtenir une substance qui, *a priori*, paraissait devoir être hypnotique en fournissant lentement du chloral à l'économie. Le glycose et le chloral s'unissent, en effet; il se forme ainsi deux isomères, M. Hanriot les appela *chloralose* et *parachloralose*. Le chloralose $C^8H^{11}Cl^3O^6$ est un alcool tétravalent que les oxydants transforment en acide chloralique monobasique $C^7H^9Cl^3O^6$. Les divers chloraloses et parachloraloses prévus, aussi bien que les acides chloraliques correspondants, furent de même obtenus avec les divers sucres aldéhydiques : glycose, galactose, mannose, xylose, arabinose. Les sucres cétoniques lui ont fourni des résultats différents : le lévulose donne un chloralose bien distinct des précédents; le sorbose n'a pu être combiné au chloral.

Les chloraloses furent étudiés au point de vue physiologique par MM. Richet et Hanriot; ils reconnurent que le chloralose α de la glycose ordinaire jouit d'un pouvoir hypnotique considérable. Ce corps est depuis passé dans la pratique de la thérapeutique moderne.

En 1898, M. Hanriot découvrait dans le plasma sanguin des animaux un ferment doué de l'aptitude de saponifier rapidement les graisses. La lipase (c'est le nom qu'il lui a donné) réagit, à 35° ou 40°, sur tous les éthers à acides organiques qu'elle hydrate et dédouble, en présence de l'eau, en acides et alcools. De là une méthode qui permet de suivre les effets de ce ferment et d'en doser l'activité en mesurant alcalimétriquement la quantité d'acide qu'il met en liberté. M. Hanriot a constaté que ces quantités sont toujours proportionnelles aux doses du ferment primitif en activité; il a soigneusement analysé les conditions extérieures qui font varier son action. Il résulte encore de ces recherches cette curieuse remarque que, chez le même animal, l'hœmolipase, ou lipase du sang, et la pancréaticolipase, ou lipase du pancréas, sont deux ferments saponificateurs différents ; ils agissent autrement l'un et l'autre en milieu neutre et alcalin, ainsi qu'aux diverses températures.

Ces recherches sur la lipase, suite naturelle des études de M. Hanriot sur les transformations des hydrates de carbone dans l'économie animale, ont très sensiblement agrandi le champ de nos connaissances sur les mécanismes chimiques de la désassimilation et sur le mode d'action des ferments solubles.

C'est le propre des bons esprits en Chimie, de ceux qui laissent dans la Science une trace durable et personnelle, d'aimer à passer de la Chimie pure, minérale ou organique, aux applications industrielles ou biologiques. Ces recherches appliquées soulèvent et éclairent à l'occasion des questions qu'une science trop théorique, trop étroite, ne soupçonnerait même pas. Le lauréat du prix Jecker de cette année a suivi cette voie et l'Académie des Sciences ne saurait que l'approuver.

PRIX WILDE.

(Commissaires : MM. Faye, Berthelot, Moissan, Fouqué; Cornu, rapporteur.)

Depuis longtemps les Physiciens et les Géomètres avaient été conduits à penser que la création d'un champ magnétique dans l'espace où existe une source radiante doit modifier la nature des ondes émises, dans leur période ou dans la forme de leurs vibrations. Mais les essais exécutés dans cette direction n'avaient conduit qu'à des résultats incertains, attribuables d'ailleurs à des causes secondaires.

C'est à M. le Dr **P. Zeeman** qu'on doit d'avoir réussi en 1896 à démontrer l'action d'un champ magnétique sur la nature et la polarisation des radiations lumineuses qu'on y développe. Les expériences ont été poursuivies au laboratoire de Physique de l'Université de Leyde dirigé par M. le professeur Kamerlingh Onnes, avec l'appui et les conseils de M. le professeur H. Lorentz dont les travaux mathématiques sur ce sujet ont été d'un grand secours pour l'interprétation correcte des apparences délicates observées au début.

L'importance de cette découverte est considérable; elle apporte une relation nouvelle et étroite entre les phénomènes électromagnétiques lumineux. Aussi la Commission a-t-elle été unanime pour proposer à l'Académie de décerner à M. le Dr **P. Zeeman** le prix Wilde pour l'année 1899.

PRIX LA CAZE.

(Commissaires : MM. Friedel, Troost, A. Gautier, Moissan, Grimaux, Berthelot, Hautefeuille, Schlœsing; Ditte, rapporteur.)

Les recherches de M. **Engel**, professeur à l'École centrale, commencées en 1873, ont été continuées sans interruption pendant une période de

vingt-six ans; elles ont débuté par un examen de la substance qui se produit dans l'action de certains réducteurs sur l'acide arsénieux, et que l'on regardait comme un hydrure. M. Engel a montré qu'il n'en est rien, que cette matière est de l'arsenic doué de propriétés spéciales, dont la densité n'est plus que 4,6 au lieu de celle 5,7 qui appartient à l'arsenic ordinaire; il a apporté une contribution intéressante à l'étude des allotropies de l'arsenic.

Une série de Mémoires très précis, minutieusement détaillés, a porté sur le carbonate de magnésie, ses hydrates, sa solubilité, ses combinaisons. M. Engel a établi que le précipité déterminé par les carbonates alcalins dans le sel de magnésium est un carbonate neutre, hydraté, amorphe, décomposé par l'eau froide en hydrocarbonate et en bicarbonate de magnésie; le phénomène est limité et réversible, l'hydrocarbonate reprenant de l'acide carbonique au bicarbonate, mais il n'a pas lieu avec les carbonates hydratés, cristallisés. L'auteur a complètement étudié les équilibres qui se produisent entre les solutions carboniques de carbonate et de bicarbonate de magnésie, ainsi que la formation du carbonate de potasse par réaction du chlorure de potassium sur le bicarbonate de magnésie; ses expériences ont rigoureusement défini, pour chaque température, l'équilibre qui s'établit entre ces deux sels et le sesquicarbonate double de magnésium et de potassium qui tend à se former; elles l'ont conduit à examiner les divers carbonates de magnésie et à découvrir un carbonate anhydre qui fixe avec facilité les éléments de l'eau.

En étendant ses recherches relatives aux équilibres dans les dissolutions, M. Engel s'est préoccupé de ceux qui s'établissent entre divers sels et un excès de l'acide qui entre dans leur composition; l'acide sulfurique précipite certains sulfates, comme s'il s'emparait des deux molécules d'eau; la solubilité des azotates alcalins diminue sensiblement d'une molécule par molécule d'acide ajouté, tout au moins au commencement de la précipitation; dans une solution saturée, une molécule d'acide chlorhydrique en déplace sensiblement une de chlorure monovalent, une demi-molécule de chlorure bivalent; quand il paraît augmenter, au contraire, la solubilité des chlorures, c'est qu'il se forme des chlorhydrates de chlorures, et M. Engel a pu isoler huit de ces sels bien définis et cristallisés. Il semble donc que la loi des proportions multiples se poursuive même dans ces dissolutions, l'acide se substituant molécule à molécule au chlorure qu'il déplace, en donnant tantôt une dissolution définie, tantôt un chlorhydrate de chlorure cristallisé.

Nous ne rappellerons que pour mémoire les recherches de M. Engel sur la séparation du chlore et du brome à l'aide des persulfates alcalins; sur la manière de mettre en évidence la fonction acide des amines-acides et autres acides faibles; sur la dissociation des sulfures ammoniacaux et des hydrates de chloral et de butylchloral (en commun avec M. Moitessier); sur plusieurs questions de Chimie organique auxquelles l'Académie a décerné une partie du prix Jecker en 1889.

Mais nous tenons à signaler plus longuement une belle série de Mémoires relatifs aux hydrates de bioxyde d'étain, étudiés dès 1812 par Berzélius, plus tard par Gay-Lussac, Fremy, Musculus, etc., et sur lesquels cependant les données demeuraient confuses, obscures et parfois contradictoires. M. Engel a établi qu'indépendamment du chlorure stannique il existe deux oxychlorures, répondant à l'acide métastannique de Berzélius, et différant complètement des oxychlorures que l'on obtient en dissolvant du bioxyde d'étain dans du chlorure stannique; ceux-ci ne précipitent pas par l'acide chlorhydrique, qui se borne à changer en chlorure l'excès d'oxyde ajouté; il n'en est plus de même des oxychlorures de M. Engel : l'un d'eux, le chlorure métastannique, est précipité par l'acide chlorhydrique concentré, l'acide sulfurique ne le trouble pas, et l'eau le décompose en donnant l'acide métastannique de Fremy. Cet acide, après ébullition prolongée dans l'eau, donne, au contact de l'acide chlorhydrique, un second oxychlorure, le chlorure parastannique, doué de caractères particuliers : l'acide sulfurique étendu le précipite et l'eau, en le décomposant, donne, non plus les hydrates métastanniques, mais un nouvel acide défini, l'acide parastannique, qui forme avec les bases des sels différents des métastannates, et qui, au contact de l'acide chlorhydrique, régénère le chlorure parastannique duquel il provient. Ces faits et l'examen des transformations des hydrates ont conduit M. Engel à dissiper les obscurités et à faire cesser les contradictions qui existaient avant ses travaux. Il a montré, par exemple, que l'acide stannique perd de l'eau, à la température ordinaire, pour se changer en acide métastannique, et que, si l'on observe de près cette transformation d'un corps renfermant 32,7 pour 100 d'eau en un autre qui en contient 10,7 pour 100, on arrive à un produit qui ne contient que la proportion imprévue de 8 pour 100 d'eau : le fait tient à ce que la transformation de l'acide stannique est limitée; elle s'arrête quand il y a molécules égales des deux acides stannique et métastannique, s'unissant en un stannate de métastannyle formé, comme tout sel à partir de son acide et de sa base, avec élimination d'eau, et cela explique la plus

faible quantité d'eau restant dans le produit final. M. Engel a pu reconnaître ainsi que les prétendus acides de Musculus ne sont que des mélanges et montrer à quoi sont dus les résultats contradictoires des divers auteurs, relativement aux quantités d'eau trouvées dans ce qu'on désignait tantôt sous le nom d'acide stannique, tantôt sous celui d'acide métastannique.

L'ensemble de ces longues, difficiles et délicates recherches fait honneur au savant qui les a effectuées; votre Commission est heureuse de reconnaître leur importance en proposant à l'Académie, par un vote unanime, d'accorder à M. Engel le prix La Caze (Chimie) pour l'année 1899.

MINÉRALOGIE ET GÉOLOGIE.

PRIX DELESSE.

(Commissaires : MM. Fouqué, Gaudry, Hautefeuille, Michel Lévy; Marcel Bertrand, rapporteur.)

M. W. Kilian, professeur à l'Université de Grenoble, s'est consacré depuis dix ans, avec une activité et une énergie infatigables, à l'étude des Alpes françaises. Depuis dix ans, l'étude de détail s'est substituée pour nos montagnes à l'étude d'ensemble, dont le regretté Lory avait si longtemps seul assumé la charge. Les données nouvelles se sont accumulées, et, sans que la mémoire de Lory en ait à souffrir ni que l'importance de ses travaux en soit diminuée, nos idées sur l'histoire de la chaîne se sont progressivement modifiées. Cette période récente comptera certainement parmi les plus fécondes dans l'étude de nos Alpes.

La part de M. Kilian dans les nouveaux résultats acquis est considérable; il n'est pas un progrès auquel son nom ne se trouve mêlé, et quelques-uns des résultats les plus importants, comme l'âge de la brèche du Télégraphe et l'extension du Jurassique supérieur dans les hautes chaînes, lui appartiennent complètement.

Aussi bien au point de vue de la succession complexe des terrains et de la détermination de leur âge qu'au point de vue des complications toujours nouvelles de la structure, il est devenu le meilleur connaisseur des Alpes

françaises; il est, comme autrefois Lory, celui dont l'opinion a le plus de poids dans tous les problèmes qui les concernent. La Commission à l'unanimité propose d'accorder le prix Delesse à M. **Kilian**.

PRIX FONTANNE.

(Commissaires : MM. Fouqué, Gaudry, Marcel Bertrand, Michel-Lévy; de Lapparent, rapporteur.)

Les rapides progrès accomplis dans l'exploration de la croûte terrestre ont mis à découvert tant de richesses paléontologiques, que le nombre des publications consacrées à cette spécialité devient chaque jour plus considérable. Aussi, en présence de tant d'œuvres de mérite soumises à son examen, la Commission du prix Fontanne éprouverait-elle un sérieux embarras si, outre l'obligation de récompenser un travail de haute valeur, elle n'avait, en vertu des termes mêmes de la donation qui a constitué le prix, le devoir étroit de rechercher « l'auteur de la meilleure publication paléontologique ».

Pour se guider dans cette difficile désignation, elle ne peut mieux faire que de prendre en considération non seulement la valeur descriptive des travaux, en tant qu'ils enrichissent nos connaissances en fait de restes fossiles, mais encore la portée de ces travaux, c'est-à-dire la valeur des conséquences générales qui en rejaillissent sur la Science du globe.

C'est pourquoi, bien qu'il eût été agréable à la Commission de donner un témoignage aux persévérants efforts déployés par quelques spécialistes, par exemple à ceux qui, depuis tant d'années, se manifestent dans la série des *Annales de Géologie et de Paléontologie*, de M. de Gregorio, elle a cru devoir arrêter son choix sur une œuvre d'un caractère plus synthétique. A ce point de vue, il lui a paru qu'elle n'en pouvait pas trouver de plus digne que l'ensemble des publications paléontologiques de M. **Émile Haug**.

C'est à l'étude des Ammonoïdés, si importante par la précision qu'elle imprime à la détermination des horizons géologiques, que M. Haug a consacré la plus grande part de son activité. Ses travaux descriptifs, commencés en 1883, l'ont conduit, deux ans après, à une revision de toutes les espèces d'un groupe déterminé d'Ammonites jurassiques. Poursuivant le même ordre d'idées, il a été amené à mettre en évidence de curieux phé-

nomènes de convergence, produits par l'évolution parallèle de rameaux distincts, mais où les différences d'origine restent reconnaissables dans le mode de développement de la cloison.

Après avoir établi, en 1891, la synonymie rigoureuse et l'horizon stratigraphique des espèces françaises du genre *Phylloceras,* qui joue un rôle si important dans la région méditerranéenne; après avoir, en 1893, ajouté d'intéressants exemples à la série des phénomènes de dimorphisme que présentent certains genres d'Ammonites, M. Haug s'est tourné du côté des Ammonoïdés les plus anciens, ceux des terrains paléozoïques et triasiques. Il a donné à ses recherches une forme définitive dans ses *Études sur les Goniatites,* publiées, en 1898, dans les *Mémoires de Paléontologie* de la Société géologique de France.

Pour éviter de réunir dans un même groupe des formes parvenues au même stade de développement, mais issues de souches différentes, l'auteur a eu recours à la méthode ontogénique, qui l'avait guidé au cours de ses recherches sur les Ammonites jurassiques. Il est ainsi parvenu à mettre en évidence l'existence de plusieurs types d'enroulement, qui demeurent constants durant les premiers stades de toutes les Goniatites, et persistent souvent jusque chez l'adulte. Chacun de ces types lui sert à caractériser un groupe naturel ou *phylum,* où se manifeste une évolution propre dans la forme du péristome, le développement du goulot siphonal et la complication des cloisons, tandis que le mode d'enroulement lui-même reste en relation permanente avec la forme de la loge d'habitation : caractère que M. Haug, à la suite de M. Suess, croit devoir remettre en honneur, en répartissant les Ammonoïdés entre les deux grands groupes des *Longidomes* et des *Brévidomes.*

D'autre part, dans l'étude de la distribution stratigraphique des types, M. Haug a mis tous ses soins à faire ressortir l'influence probable du milieu ambiant, ainsi que l'importance des formes dites *cryptogènes,* dont la brusque apparition, en un point donné, accuse des changements géographiques qu'on doit faire intervenir dans l'établissement des limites entre les périodes. Il a ainsi apporté une contribution de haute valeur à l'étude des premiers représentants de ce groupe d'animaux marins, qui offre aujourd'hui le critérium le plus sûr pour la détermination du synchronisme des assises.

Par la précision de ses travaux comme par leur caractère philosophique, M. **Haug** s'est placé au nombre des meilleurs paléontologistes de l'époque.

En France, comme à l'étranger, ses publications jouissent d'une réelle autorité. Aussi la Commission n'hésite-t-elle pas à proposer de lui attribuer le prix Fontanne.

BOTANIQUE.

PRIX DESMAZIÈRES.

(Commissaires : MM. Chatin, Van Tieghem, Bornet, Guignard, Prillieux; Gaston Bonnier, rapporteur.)

M. l'abbé **Hue** a envoyé à l'Académie un Mémoire d'une grande valeur sur une nouvelle classification des Lichens fondée sur leur anatomie. Ce Mémoire est accompagné de dessins qui représentent très exactement la structure des principaux types de Lichens.

Après avoir écarté les diverses espèces de Cryptogames qu'on a confondues avec les Lichens, M. l'abbé Hue donne les caractères généraux du groupe et expose les principes sur lesquels est fondée la classification qu'il établit.

On sait qu'un Lichen est formé par l'association d'une Algue et d'un Champignon. C'est surtout d'après la structure des hyphes, c'est-à-dire en examinant la partie végétative du Champignon, que l'auteur délimite les grandes divisions de sa classification. Il distingue trois types principaux dans la structure : le type homæomère (*Collema,* par exemple), où les hyphes sont dispersés dans toute l'étendue du thalle; le type radiaire (*Usnea,* par exemple), où les hyphes forment deux couches distinctes et circulaires, l'une médiane et l'autre extérieure; le type dorsiventral (*Parmelia,* par exemple), où les hyphes présentent trois couches, deux corticales dissemblables et une médullaire.

La nature de l'Algue associée au Lichen, ou gonidie, la forme et la constitution de la fructification du Champignon, ou apothécie, ne fournissent que des données de second ordre.

L'auteur n'a pas la prétention d'avoir découvert les caractères sur lesquels il s'appuie, car les diverses structures du thalle des Lichens ont déjà

été discutées et figurées par plusieurs botanistes, entre autres Schwendener, Fünfstuck, Zukal, Wainio et Reinke; mais c'est l'application de ces caractères au classement méthodique et rationnel de ces végétaux, dont l'étude systématique est si difficile, qui constitue le mérite spécial du Travail de M. l'abbé Hue.

Il est curieux de remarquer que cette classification, fondée sur les caractères anatomiques, se rapproche plus de celles qu'avait adoptées les lichénographes du commencement de ce siècle, tels que Hoffmann, Acharius, Eischweiler, édifiées sans l'aide du microscope, que des classifications plus récentes. Il y a donc une concordance plus grande entre les caractères anatomiques et les caractères de morphologie générale qu'entre ces mêmes caractères et ceux qui sont tirés des spores dont on avait essayé de faire la base d'un classement des Lichens.

Devant l'importance de ce Travail, la Commission accorde à M. l'abbé **Hue** le prix Desmazières.

La Commission a, en outre, examiné un Travail imprimé de M. le Dr **G. Leuduger-Fortmorel**, intitulé : *Diatomées de la côte occidentale d'Afrique*, qui fait suite aux Ouvrages de même nature que l'auteur a publiés antérieurement sur les Diatomées de Saint-Brieuc et des côtes du Nord, sur les Diatomées de l'île de Ceylan, de la Malaisie. La bande littorale du continent africain, qui s'étend du Maroc au Cap de Bonne-Espérance, est à peine connue au point de vue des Diatomées. Des circonstances favorables ont mis à la disposition de M. Leuduger-Fortmorel des matériaux provenant d'une douzaine de localités distribuées le long de cette côte. Il en a déterminé les espèces, et les listes qu'il donne pour chaque localité forment un total déjà considérable. Beaucoup d'espèces nouvelles sont décrites et figurées dans 8 planches, d'après les dessins de l'auteur. Une telle série de recherches est digne d'une récompense; aussi la Commission accorde une mention honorable à M. **Leuduger-Fortmorel**.

PRIX MONTAGNE.

(Commissaires : MM. Chatin, Van Tieghem, Guignard, Bonnier, Prillieux; Bornet, rapporteur.)

Parmi les travaux imprimés ou manuscrits adressés au Secrétariat pour les prix attribués à l'étude des plantes cryptogames, deux Ouvrages rela-

tifs aux Mousses, l'un et l'autre de valeur sérieuse, ont été distingués par la Commission. Le premier, remarquable par la méthode et la maîtrise avec lequel il est exécuté, non moins que par la netteté des résultats auxquels il a conduit, est l'œuvre de M. **Jules Cardot**, dont l'Académie a déjà récompensé les travaux en 1893. En même temps que diverses publications utiles et intéressantes, telles qu'un Catalogue général synonymique et bibliographique des *Sphagnum*, une Revision des échantillons-types des Mousses nord-américaines contenues dans l'herbier d'Hedwig et de Schwægrichen, des Contributions aux flores bryologiques des Açores, de Java, etc., qui ont paru dans ces deux dernières années, l'auteur a présenté un travail manuscrit de 73 pages, accompagné de 36 planches, qui a pour titre : *Recherches anatomiques sur les Leucobryacées*.

Le *Leucobryum glaucum*, type de cette famille, dont les espèces décrites sont au nombre de 176, mais qui sont en réalité plus nombreuses, est une des Mousses les plus remarquables de notre région. Ses touffes en coussins denses, épais, spongieux, sa couleur glauque ou blanchâtre la distinguent de loin de toutes les autres. Cet aspect particulier est dû à la structure des feuilles qui, de même que celles des *Sphagnum*, sont formées d'un squelette de cellules étroites contenant de la chlorophylle, et de grandes cellules vides, incolores, à parois minces. Les genres réunis dans la famille des Leucobryacées étant jusqu'à présent insuffisamment définis, et comprenant, par suite, des espèces disparates, une étude d'ensemble était devenue nécessaire. M. Cardot l'a entreprise. En faisant concourir les caractères anatomiques avec ceux que fournit la forme des organes et le port des plantes, il s'aperçut bientôt que la structure anatomique de la feuille, la situation, la forme, la complication, les relations réciproques des deux sortes de cellules donnent naissance à des combinaisons variées qui peuvent servir de base à l'établissement des tribus, des genres, et même à la délimitation des espèces.

Nous ne saurions exposer ici les différences anatomiques signalées par l'auteur, ni indiquer l'application qu'il en a faite à la classification de la famille, il convient pourtant de dire que ses recherches établissent définitivement que les feuilles des *Leucobryum* sont presque entièrement formées par la nervure très dilatée, ainsi que de Notatis l'avait pressenti, et que les Leucobryacées ont, au point de vue anatomique, des affinités très nettes avec les Dicranacées et le genre *Syrrhopodon*, dont elles se rapprochent déjà par l'organisation du sporogone.

L'auteur du second travail, le Frère **Héribaud Joseph**, professeur au pensionnat de Clermont-Ferrand, est, lui aussi, lauréat de l'Académie. *Les Muscinées d'Auvergne* constituent un beau volume de 544 pages, où l'auteur a consigné le résultat des herborisations qu'il a poursuivies pendant une longue série d'années. Grâce aux matériaux rassemblés par lui-même ou qu'il a reçus de ses correspondants, il a été en mesure de tracer une histoire à peu près complète de la bryologie d'une région intéressante et qu'il connaît à merveille. Dans une série de chapitres très développés, il décrit successivement la géologie, l'hydrographie, la climatologie du Puy-de-Dôme et du Cantal, la propagation et les conditions d'existence des Mousses, les régions bryologiques, les florules comparées des deux départements, et de ces deux départements avec les Pyrénées, les Alpes, le Jura et les Vosges. La seconde partie de l'Ouvrage contient l'énumération des 634 espèces de Muscinées trouvées jusqu'à présent en Auvergne. Un grand nombre d'observations critiques sur les espèces litigieuses, la description succincte, mais suffisante, des variétés et des formes nouvelles ou peu connues, augmentent beaucoup l'intérêt et l'utilité pratique du Livre.

Heureux de reconnaître le mérite de ces deux travaux, et autorisée par les dispositions prises par le fondateur à décerner deux prix Montagne, la Commission attribue le premier, à M. **Jules Cardot**, et le second, au Frère **Héribaud Joseph**.

PRIX THORE.

(Commissaires : MM. Bornet, Van Tieghem, Perrier, Bonnier; Guignard, rapporteur.)

La classification des Fougères a été fondée, jusqu'ici, à peu près exclusivement sur des caractères tirés de la morphologie externe et surtout de la conformation et de la localisation des sporanges sur les feuilles. La présence ou l'absence d'anneau sur les sporanges, le développement plus ou moins complet et la direction de cet organe, la forme de l'indusium quand il existe, la disposition des sores, etc. fournissent les bases principales de la classification. Ce n'est pas que, parmi les nombreux auteurs qui ont étudié la structure des Fougères, plusieurs n'aient songé à comparer, au point de vue taxinomique, les données qu'elle peut fournir avec celles qui sont empruntées à la morphologie externe; mais on n'a pas encore envisagé d'une façon suffisamment générale l'application des caractères anatomiques au groupement systématique de ces plantes.

Cette considération a conduit M. **Paul Parmentier** à entreprendre une étude des Fougères basée à la fois sur l'anatomie et la morphologie externe. Pensant avec raison que tous les caractères, tant internes qu'externes, doivent se compléter mutuellement dans les recherches taxinomiques, ce botaniste s'est adonné avec ardeur, depuis une dizaine d'années, à ce genre d'observations et a déjà publié sur divers groupes de Phanérogames des travaux estimés. Il était donc bien préparé pour des recherches analogues sur les Fougères.

Dans un Mémoire intitulé : *Recherches sur la structure de la feuille des Fougères et leur classification,* il passe en revue une soixantaine de genres appartenant à chacune des tribus que l'on peut distinguer dans ce groupe de végétaux. Il a reconnu que la conformation des faisceaux ligneux pétiolaires, considérés surtout à la base de l'organe, la forme et la structure des poils épidermiques, l'existence ou l'absence dans le pétiole d'éléments oléo-résinifères, la structure du mésophylle, etc., constituent un ensemble de caractères de premier ordre, qui, combinés judicieusement avec ceux du dehors employés jusqu'à ce jour par les monographes, lui ont servi à subordonner systématiquement les familles et les genres, tout en permettant d'entrevoir la filiation probable de ces diverses entités taxinomiques.

D'une façon générale, l'anatomie confirme les données fournies par la morphologie externe, et les variations de structure coïncident, notamment, avec celles que l'on observe dans la direction de l'anneau des sporanges. Même les caractères d'importance subordonnée, tirés de la forme de l'indusium, de la position des sores, de la forme et de la déhiscence des sporanges, du mode de terminaison des nervures sur les bords de la feuille, présentent fréquemment une concordance manifeste avec les caractères anatomiques. La présence d'éléments oléo-résinifères circonscrit nettement certaines familles et certains genres; il en est de même pour les poils; par contre, l'existence de l'oxalate de calcium n'a que la valeur d'un caractère spécifique.

Ces résultats ont conduit d'abord M. Parmentier à établir une classification générale des Fougères, qui a l'avantage de s'appuyer sur la combinaison raisonnée des caractères anatomiques et morphologiques. Ensuite, après avoir mis en évidence, par l'étude de nombreux spécimens, la fixité des caractères anatomiques dans une même espèce et dans les diverses conditions de végétation, il a pu donner la diagnose de toutes les Fougères et de la flore française. Ce travail, abordé partiellement par certains auteurs, n'avait pas encore été poursuivi ni exécuté d'une façon aussi com-

plète. Si quelques-uns des rapprochements admis par l'auteur peuvent prêter à controverse, et si la discussion touchant les caractères distinctifs des espèces et des variétés reste toujours ouverte, le Mémoire de M. Parmentier n'en fournit pas moins, au point de vue théorique et pratique, une importante contribution à l'étude systématique du groupe le plus considérable des Cryptogames vasculaires.

Dans un travail ayant pour titre : *Recherches sur la végétation de quelques Algues d'eau douce*, M. **Bouilhac** étudie trois questions différentes : 1° l'influence de l'acide arsénique sur la végétation de quelques-unes de ces plantes ; 2° la fixation de l'azote atmosphérique par l'association des Algues et des Bactéries ; 3° les conditions permettant de cultiver un Nostoc en l'absence de lumière.

1. Bien que l'acide arsénique ait toujours été considéré comme un poison violent pour les animaux et les plantes, on sait pourtant que certains Champignons inférieurs peuvent vivre dans des solutions arsénicales. Comme on connaît, d'autre part, les analogies chimiques qui existent entre l'acide arsénique et l'acide phosphorique et le besoin qu'ont les plantes de ce dernier composé pour leur végétation, on pouvait se demander si, dans quelques cas tout au moins, les phosphates ne pourraient pas être remplacés par les arséniates.

En semant les spores de diverses Algues vertes communes dans une solution nutritive additionnée de proportions variables d'arséniate de potasse, M. Bouilhac a d'abord constaté qu'elles peuvent s'y développer, quand on ne dépasse pas une certaine dose, et que, même en présence de l'acide phosphorique, elles saisissent au moins des traces d'acide arsénique. Cultivant ensuite, à l'état de pureté, certaines espèces appartenant aux genres *Stichococcus* et *Schizothrix* dans des solutions nutritives additionnées d'arséniate de potasse, mais contenant moins d'acide phosphorique que dans le cas précédent, il croit pouvoir conclure que ce dernier corps peut être remplacé partiellement par l'acide arsénique.

2. Le second chapitre du Mémoire de l'auteur a trait à la fixation de l'azote atmosphérique par les Algues. On avait remarqué dans ces derniers temps que certains Nostocs, qui se rencontrent communément à la surface de la terre végétale, sont capables de fixer l'azote libre de l'air en quantité notable. Mais, les cultures n'ayant pas été faites à l'état de pureté, il restait à savoir si cette fixation est opérée directement par les végétaux en question ou bien si elle n'est pas, comme on l'avait déjà constaté pour

certaines Algues vertes, le résultat d'une symbiose avec les Bactéries. Pour résoudre le problème, il fallait nécessairement obtenir des cultures pures et rechercher comment une espèce donnée se comporte soit seule, soit en mélange avec des Bactéries.

Sous ce rapport, il y aurait, d'après M. Bouilhac, des différences entre les Algues d'un même groupe. Le *Nostoc punctiforme*, par exemple, ne fixe pas l'azote libre en culture pure, mais il en opère la fixation en présence des bactéries du sol, tandis que le *Schizothrix lardacea*, qui est également une Nostocacée, ne le fixerait ni dans un cas ni dans l'autre, et il en serait de même pour une Algue verte, l'*Ulothrix flaccida*.

3. Enfin, dans une dernière série d'expériences, l'auteur a recherché l'influence du glucose sur la végétation du Nostoc punctiforme. Le résultat le plus saillant de ces observations est le suivant : tandis que ce Nostoc, cultivé en solution purement minérale, a besoin de lumière pour végéter et décomposer l'acide carbonique aérien, il se développe à l'obscurité complète si l'on ajoute du glucose à la solution minérale, à condition toutefois que la proportion de glucose ne soit pas trop élevée et que la température soit voisine de 30°. Ce résultat est intéressant en ce qu'il montre qu'une plante inférieure pourvue de chlorophylle peut, suivant les conditions, emprunter sa matière organique à deux sources différentes, l'acide carbonique aérien à la lumière, une substance carbonée à l'obscurité.

Ces recherches délicates méritent de fixer l'attention. S'il reste encore beaucoup à faire dans cette voie, on n'en doit pas moins savoir gré à M. Bouilhac d'avoir élucidé certains points encore peu connus de la physiologie des Algues inférieures.

La Commission propose de partager le prix Thore entre MM. **Parmentier** et **Bouilhac**.

ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

GRAND PRIX DES SCIENCES PHYSIQUES.

(Commissaires : MM. Milne-Edwards, de Lacaze-Duthiers, Perrier, Filhol, Bornet.)

Le grand prix des Sciences physiques pour 1899 n'est pas décerné.

PRIX BORDIN (SCIENCES PHYSIQUES).

(Commissaires : MM. Milne-Edwards, Perrier, de Lacaze-Duthiers, Ranvier; Filhol, rapporteur.)

Le sujet mis au concours pour le prix Bordin était le suivant : *Études des modifications des organes des sens chez les animaux cavernicoles.*

Un seul travail est parvenu à l'Académie, c'est celui de M. Viré, intitulé : *La Faune souterraine de la France.*

Avant les travaux de M. Viré on savait bien que les animaux des cavernes possédaient certains organes atrophiés et hypertrophiés; mais ce que l'on ignorait encore en grande partie, c'étaient les causes et le mécanisme intime de ces anomalies apparentes.

Grâce aux explorations multipliées qu'il a accomplies, seul ou avec M. Martel, dans de très nombreuses cavernes ou gouffres du centre de la France; grâce aux expériences diverses qu'il a pu faire au Muséum d'Histoire naturelle, dans le laboratoire des catacombes, dont la création est due à M. A. Milne-Edwards, M. Viré a pu mener à bonne fin son travail.

Il nous a appris, fait opposé à ce que l'on admettait, que, dès qu'un animal est soumis au régime de l'obscurité, ses organes de relation ou une partie d'entre eux se modifient dès la première génération.

Pour certaines espèces, ces modifications s'accentuent graduellement sous les yeux de l'observateur; les organes du tact, de l'ouïe, de l'odorat s'hypertrophient, alors que l'œil s'atrophie, que le pigment qu'il renferme disparaît. Par suite de ces transitions *absolument graduelles*, des espèces aériennes changent peu à peu jusqu'à produire des formes considérées à tort jusqu'ici comme spécifiques et spéciales aux cavernes. Cette observation importante permet de saisir, grâce au changement *d'une seule des conditions des milieux*, la série des modifications qui président à la variation des espèces.

D'autre part, M. Viré a soumis à l'influence de la lumière des animaux recueillis dans les cavernes et privés d'organes visuels. Il a vu la repigmentation s'accomplir. Des expériences longuement continuées devront lui permettre de mieux préciser les conséquences définitives de cette action.

Durant le cours de ses investigations dans les cavernes, M. Viré a découvert de nombreuses espèces d'insectes qui n'avaient pas encore été signa-

lées et dont peut-être quelques-unes, dit-il, grâce à leur mode spécial d'existence, pourraient provenir d'époques géologiques antérieures, par suite de ce fait qu'elles ont été moins soumises aux influences extérieures des climats.

Votre Commission a pensé que les recherches de M. **Viré** présentaient un réel intérêt scientifique, et elle vous propose de lui accorder le prix Bordin.

PRIX SAVIGNY.

(Commissaires : MM. Perrier, de Lacaze-Duthiers, Filhol, Blanchard; Milne-Edwards, rapporteur.)

Votre Commission a décerné le prix Savigny pour 1899 à M. **Guillaume Grandidier**, pour son voyage à Madagascar.

M. G. Grandidier, suivant les traces de son père, a exploré pendant quinze mois la grande île africaine, de mars 1898 à mai 1899, visitant successivement les régions de l'ouest, du centre et de l'est qu'il a étudiées au point de vue géographique et surtout au point de vue de l'histoire naturelle. Son itinéraire ne compte pas moins de 5000^{km}.

Il a commencé ses recherches sur la côte occidentale où il a découvert à Moroundava un Rongeur inconnu (*Mus auratus*), divers petits Mammifères intéressants et de nombreux Insectes. A Bélo, il a pratiqué des fouilles au milieu des marais et, malgré des difficultés considérables provenant de la nature du sol et de l'insécurité du pays, il a réuni une belle collection d'ossements du plus grand des *Æpyornis,* comprenant tous les os de la patte, jusqu'aux dernières phalanges, et montrant que cet Oiseau gigantesque était incapable de nager. Il a exhumé également des débris du squelette de plusieurs Lemuriens de grande taille dont l'espèce est tout à fait éteinte.

Dans le sud-ouest, à Tuléar, il a continué ses collections et, dans les marécages d'Ambolisatra, il a découvert le *Peloriadapis,* genre disparu dont la taille était de beaucoup supérieure à celle de tous les Lemuriens actuels.

De Tuléar à Fianarantsoa, il a traversé une région qu'aucun Européen n'avait encore visitée, et il a relevé le cours du Sakondry, collectionnant sur son passage des Insectes d'espèce inconnue, des Crustacés d'eau douce et une grande Euphorbiacée arborescente, l'*Euphorbia entophorà.* Plus loin, dans le district d'Ikongo, ses récoltes ont été aussi importantes.

La région nue et désolée qui s'étend entre Fianarantsoa et Tananarive lui a fourni de nombreux minéraux.

Sur la côte nord-est, il a consacré deux mois entiers à fouiller l'emplacement d'une ancienne ville arabe du xe siècle, sans négliger ses recherches zoologiques qui, là encore, ont été très fructueuses.

MÉDECINE ET CHIRURGIE.

PRIX MONTYON (Médecine et Chirurgie).

(Commissaires : MM. Bouchard, Guyon, Marey, Lannelongue, d'Arsonval, Brouardel, Ranvier, Chauveau ; Potain, rapporteur.)

L'un des prix est décerné à MM. **Nocard** et **Leclainche**, pour leur Livre : *Les maladies microbiennes*. Ce n'est pas parce que ce Livre, qui traite d'un sujet non pas neuf mais entièrement renouvelé, est fort bien fait, mais à cause de la part considérable prise par les auteurs, l'un d'eux surtout, aux progrès si importants accomplis par la Physiologie pathologique dans le domaine nouveau que les immortelles découvertes de Pasteur ont ouvert à l'activité des chercheurs.

Parmi les maladies décrites par MM. Nocard et Leclainche, les unes sont particulières aux espèces animales, les autres sont communes à l'homme et aux animaux domestiques. Nous signalerons surtout les faits nouveaux relatifs à ces dernières : le *tétanos*, la *rage*, le *charbon*, la *morve*, la *tuberculose*.

Sur le *tétanos*, il faut citer particulièrement le traitement préventif de la maladie par la sérothérapie. Expérimenté en grand, par M. Nocard, avec le plus grand succès, sur les animaux domestiques, ce traitement a donné assez de preuves de son efficacité pour qu'on soit autorisé à en attendre les mêmes excellents résultats dans son application à l'espèce humaine.

Les contributions à la connaissance et à la prévention de la rage sont nombreuses et importantes. Il suffit d'en signaler une, due à la collaboration de M. Nocard et de notre confrère M. Roux. Après avoir confirmé la découverte de M. Galtier sur l'effet vaccinal des injections intraveineuses

du virus rabique chez le mouton et la chèvre, ils ont montré l'heureux parti qu'on peut tirer, contre l'éclosion de la rage des ruminants, des injections intravasculaires d'émulsions nerveuses virulentes. Ces injections intravasculaires, pratiquées vingt-quatre heures après l'injection intraoculaire de virus rabique (moyen aussi sûr que l'inoculation cranienne de communiquer la maladie), préservent toujours les animaux de la rage. Au cours de ces expériences, les auteurs ont rencontré un autre fait extrêmement intéressant, au sujet de la pathogénie de la rage, à savoir que l'injection, sûrement préservatrice quand on la pratique dans un vaisseau artériel dont le sang emporte le virus loin des centres nerveux, est non moins sûrement contaminante si le virus est poussé dans le sang d'une artère, telle la carotide, chargée d'irriguer ces centres nerveux.

Si les faits nouveaux, trouvés par les auteurs en étudiant le *virus charbonneux,* sont peu nombreux, il en est toutefois qui s'imposent à l'attention d'une manière tout à fait particulière. La physiologie générale du virus a à tirer bon parti de l'observation, faite par M. Leclainche, que la bactéridie de Davainne se cultive et s'entretient, chez la chèvre, pendant des mois, dans les sinus galactophores, où l'agent virulent a été injecté, après vaccination préalable du sujet.

Avec la *morve,* les contributions personnelles des auteurs se multiplient et prennent une importance pratique considérable. Les recherches persévérantes de M. Nocard l'ont amené à préciser les conditions qui assurent l'infection morveuse par les voies digestives et à découvrir des lésions pulmonaires spontanément curables. Grâce à ces déterminations nouvelles, les expériences sur le diagnostic de la morve au moyen de la malléine pouvaient être poursuivies avec une très grande sûreté. Et elles l'ont été d'une manière extrêmement méthodique par M. Nocard. Nul n'a autant contribué à établir les principes de la malléination appliquée au diagnostic des formes larvées de la morve chevaline.

Ajoutons que, dans l'étude des maladies qui peuvent simuler l'affection farcino-morveuse, M. Nocard a concouru au progrès, particulièrement par la distinction qu'on lui doit du microbe de la *lymphangite ulcéreuse* du cheval.

La *tuberculose,* qui vient enfin, a été beaucoup étudiée par les auteurs. On doit à M. Nocard, collaborant avec M. Roux, un grand perfectionnement des procédés de culture du microbe de la maladie par l'introduction de la glycérine dans les milieux de culture, solides ou liquides.

M. Nocard a encore à son actif une série d'études sur la *tuberculose* du cheval : tuberculose pulmonaire, appartenant au *type humain ;* tuberculose abdominale, se rattachant au *type aviaire.*

A citer, de plus, la détermination, déjà commencée par J. Courmont et L. Dor, des relations étroites existant entre ces deux types de tuberculose, considérés le plus généralement comme étant absolument distincts l'un de l'autre.

Mais les efforts les plus méritants de M. Nocard, ceux qui ont rendu les plus grands services, ont été consacrés à l'application de la tuberculination de Koch au diagnostic de la tuberculose dans l'espèce bovine. On ne peut y comparer que les efforts de Baug, en Danemarck, appliqués au même objet. Grâce à la campagne vigoureuse menée par ces deux expérimentateurs, le public sait qu'on peut diagnostiquer avec une sûreté presque absolue l'existence de la tuberculose la plus cachée. D'où la possibilité d'entreprendre, avec succès, la lutte contre la propagation de la maladie entre bovins ou de l'espèce bovine à l'homme par l'alimentation avec le lait.

Dans le champ d'étude des maladies spéciales aux animaux, la récolte des faits normaux n'a pas été moins importante.

Comme il faut se restreindre, nous nous bornerons à signaler :

1° La découverte, par M. Nocard, du microbe du *farcin du bœuf, streptotrix* spécial, très répandu maintenant, comme objet d'études et d'exercices, dans tous les laboratoires d'enseignement;

2° La culture à l'état de pureté, et en grande abondance, du virus de la *clavelée,* dans la substance cérébrale du mouton, auquel l'inoculation du virus communique toujours une clavelée mortelle, quand c'est cette substance qui reçoit directement le virus.

3° La détermination par M. Leclainche de l'agent du *coryza gangréneux* du bœuf, agent considéré par l'auteur comme un *coli-bacille;*

4° Enfin la démonstration, faite par M. Leclainche, de la possibilité d'enrayer l'infection du *rouget du porc* de douze à quarante-huit heures, suivant les espèces, après l'inoculation, en faisant intervenir la sérothérapie préventive. M. Leclainche a démontré qu'on peut obtenir le sérum actif nécessaire à cette prévention non seulement sur le lapin, le porc, le mouton, mais encore sur le cheval, qui en donne des quantités énormes et se prête ainsi parfaitement à l'exploitation en grand de la méthode. Grâce à l'immunité immédiate qu'elle confère sans aucun risque, elle permet d'intervenir dans les porcheries déjà infectées. Il est vrai que cette immunité immédiate est passagère. Mais l'addition au sérum d'une culture virulente, en quantité égale, rend l'immunité durable sans accroître les dangers de l'inoculation, qu'on peut considérer comme à peu près nuls.

Parmi les œuvres médicales, pour la plupart très remarquables, pré-

sentées cette année au concours pour le prix Montyon, il en est une qui a paru à votre Commission spécialement digne de vous être désignée comme méritant le prix. C'est le *Traité de Diagnostic médical et de Séméiologie* du professeur **Mayet**, de Lyon.

Il a tout d'abord le mérite très particulier d'être, pour le moment, un Livre unique, c'est-à-dire le premier Traité de ce genre qu'on ait entrepris de publier en France depuis près d'un siècle; encore bien que la Science médicale se soit, à l'égard des matières dont il est question, radicalement transformée dans cet espace de temps.

Or, si on ne l'avait point fait, ce n'est pas faute assurément d'en sentir l'importance et la nécessité. Sans Séméiologie, il ne saurait exister de médecine clinique; c'est dire que la Médecine n'existerait pas. Le pronostic, le traitement des maladies ne peuvent, en effet, être basés que sur des indices fournis par la Séméiologie. Les plus grandes découvertes de l'Anatomie, de la Physiologie pathologique, de la Pathogénie seraient lettres mortes si elles ne trouvaient pas, dans la Séméiologie, les moyens d'éclairer sur l'être vivant les caractères intimes et la nature de la maladie. Mais, par bonheur, il n'est pour ainsi dire pas de découverte de la Science moderne qui n'y ait trouvé une application, et vous en avez eu récemment un exemple encore dans tout ce qu'elle sut emprunter aux rayons de Röntgen, dès qu'ils lui furent révélés. On conçoit ainsi la portée immense de la Séméiologie et des progrès considérables que le siècle actuel lui a fait faire. C'est par les progrès incessants de sa technique séméiologique que la Médecine d'aujourd'hui se distingue surtout de celle des temps antiques et même de celle du siècle dernier.

Les applications des sciences à la Médecine pratique sont ainsi devenues sans nombre et souvent des plus délicates. Aussi ne faut-il pas s'étonner que les auteurs aient hésité à entreprendre de les considérer dans leur ensemble en même temps que dans tous leurs détails. On a publié bien des manuels, beaucoup de traités concernant chacune des parties de la Séméiologie en particulier; jamais rien de complet. Sans doute aussi, dans les traités de Pathologie interne, on a nécessairement énuméré, à propos de chacune des maladies, les divers signes à l'aide desquels on les peut reconnaître. Mais si l'on a constitué ainsi un tableau frappant pour chaque type envisagé, cette forme synthétique, comme on l'a souvent fait remarquer, répond mal au procédé intellectuel tout analytique, par lequel le médecin, en face de son malade, doit le plus souvent remonter du symptôme à la maladie. Elle s'accorde peu surtout avec ce fait que, en Patho-

logie, la phrase symptomatique est souvent incomplète et que la nature veut être entendue à demi-mot.

Un Traité s'imposait donc où chaque symptôme fût étudié en lui-même et dans ces nuances les plus délicates où la valeur de ces nuances fût exactement spécifiée. C'est cette œuvre que M. Mayet a entreprise et a su mener à bonne fin : Œuvre, il faut le dire, toute d'abnégation et de dévouement, car, s'il est singulièrement tentant de se lancer à la découverte de quelque élément nouveau de Pathogénie ou de Séméiologie ; si, sur une piste de ce genre, volontiers on consacre à sa poursuite une bonne partie de son existence; il est beaucoup moins séduisant de vérifier patiemment et attentivement la valeur de chacun des éléments de la Séméiologie, telle qu'elle est actuellement constituée, d'en préciser la technique, d'en déterminer la signification précise en toute circonstance et de refaire ainsi la Médecine entière en se plaçant au point de vue séméiologique. Tout cela, le professeur Mayet l'a fait avec une admirable conscience.

En le faisant, il a réalisé une œuvre d'une haute valeur et d'une grande utilité. Et si nous ajoutons que, non content d'exposer l'état de la Science, il y a ajouté le produit de ses propres recherches et les faits nouveaux qu'elles lui avaient fournis, nous aurons justifié suffisamment la proposition de votre Commission, qui est d'accorder à M. le professeur **Mayet** un prix Montyon de Médecine pour cette année.

Rapport sur le « Traité de l'allaitement et de l'alimentation des enfants du premier âge », par M. le D[r] A.-B. Marfan; par M. **Guyon**.

La mortalité des nouveau-nés est considérable. Elle égale dans la première année celle des vieillards qui ont atteint ou dépassé 80 ans; sur 1000 enfants qui naissent, il en meurt environ 200 avant le douzième mois, la plupart succombent à des troubles digestifs. Ces pertes effrayantes ne sont pas compensées par la natalité. Si l'on ne doit pas désespérer de son relèvement, la nature des difficultés qui lui font obstacle ne peut laisser l'illusion de l'obtenir prochainement.

La vie des enfants et le maintien de leur santé ne sont plus seulement le bien le plus précieux de nos familles, l'avenir de notre pays dépend de leur conservation. L'étude des causes de la mortalité des enfants en bas âge, des moyens de la prévenir et de la combattre offre, à la fois, l'intérêt d'une question médicale et d'une question sociale de premier ordre.

M. le Dr Marfan est de ceux qui se sont attachés avec persévérance à son étude; depuis huit ans il n'a cessé d'y apporter des contributions importantes. Aussi bien par ses recherches et ses publications que dans l'enseignement dont il a été chargé par la Faculté de Médecine, il a soumis à un examen approfondi chacun des points de ce difficile et attachant problème. Son Livre présente l'ensemble très complet de nos connaissances actuelles sur l'allaitement et l'alimentation des enfants du premier âge; les résultats obtenus donnent la preuve de la puissance d'une direction médicale éclairée, et témoignent de l'influence exercée sur les progrès accomplis par les travaux de l'auteur.

Le *Traité de l'allaitement* est une œuvre personnelle, et l'esprit dans lequel il a été conçu lui donne son véritable caractère. Il renferme un abrégé de la chimie du lait, un exposé de la physiologie de la mamelle, une étude très complète des microbes du lait; deux Chapitres sont consacrés à la digestion du lait et aux échanges nutritifs chez le nourrisson. L'auteur a donné de grands développements à toutes ces questions, car il estime que les médecins ne peuvent ignorer les résultats obtenus par la Chimie, la Physiologie et la Bactériologie, sans courir le risque de retomber dans l'empirisme grossier et meurtrier, auquel il faut soustraire les nourrissons. C'est en prenant, comme point de départ, chacune de ces données scientifiques, pour les soumettre au contrôle et à la critique de l'observation clinique, que M. Marfan est arrivé à formuler les préceptes précis et pratiques qui ont fait si longtemps défaut dans cette délicate partie de l'Art médical.

La méthode à laquelle il a obéi rend intéressants et instructifs tous les Chapitres de son Livre, mais elle marque particulièrement de son empreinte ceux qui lui sont personnels. Je ne puis les indiquer tous; je signale seulement l'importance des démonstrations relatives à l'existence, dans le lait stérilisé, de poisons capables d'engendrer le choléra infantile; aux conditions qui permettent à cette dangereuse adultération de se produire, aux moyens qui peuvent très sûrement s'y opposer, aux indications du coupage du lait, à tous les détails relatifs à son administration aux différentes époques du début de la vie, à l'emploi si précieux de la diète aqueuse dans les gastro-entérites graves ou tenaces.

La lecture du Livre de M. Marfan entraîne la conviction. Le médecin a le devoir de mettre les nouveau-nés dans les conditions qui permettent le développement régulier et progressif des fonctions de leur appareil digestif. Là se trouve le secret de la conservation de leur existence et, dans

une certaine mesure, celui de l'amélioration de notre race. Les accidents qui menacent la vie de l'enfant qui vient de naître portent toujours atteinte, quand ils l'épargnent, à sa santé. Les effets d'une alimentation défectueuse se perpétuent; ils empêchent les jeunes sujets d'être mis en possession d'un corps robuste et sain, capable de déjouer les atteintes de la maladie ou d'y résister, et de ne laisser se reproduire, qu'après une longue accumulation d'années, la fragilité des premiers mois.

C'est à une œuvre scientifique et pratique, patiemment mûrie et vraiment humanitaire, que la Commission des prix Montyon, de Médecine et de Chirurgie, propose à l'Académie de décerner l'un de ceux dont elle dispose.

La Commission accorde, en outre, des mentions à MM. **Lejars**, **Fournier** et **Garnier**; des citations à MM. **Guillemonat** et **Labbé**.

PRIX BARBIER.

(Commissaires : MM. Bouchard, Guyon, Guignard, Potain; Lannelongue, rapporteur.)

La Commission du prix Barbier a décidé, à l'unanimité, de partager le prix entre MM. **Houdas** et **Jouanin** pour leurs recherches originales sur le lierre terrestre; M. **Lapicque** pour ses observations relatives à la substitution du chlorure de potassium au chlorure de sodium chez certaines peuplades de l'Asie; et M. **Schlagdenhauffen** pour ses contributions à l'étude du genre *Coronilla*.

MM. **Schlagdenhauffen** et Reeb ont publié, dans ces derniers temps, une étude à la fois botanique, chimique, physiologique et thérapeutique sur certaines Légumineuses appartenant au genre *Coronilla*. La plus intéressante parmi les espèces de ce genre est connue depuis longtemps, en raison de ses propriétés spéciales, sous le nom d'*amarelle*, qu'on appelle aussi *queue de scorpion* (*Coronilla scorpioïdes*). Plus heureux que leurs devanciers, les auteurs de cette étude ont réussi à retirer de cette plante, ainsi que de plnsieurs espèces voisines, un principe actif doué de propriétés physiologiques spéciales et auquel ils ont donné le nom de *coronilline*. C'est un glucoside analogue, sous certains rapports, à la digitaline et à la strophantine, mais qui possède aussi quelques réactions chimiques spécifiques.

L'isolement de ce composé a permis d'étudier avec beaucoup plus de précision qu'on ne l'avait fait auparavant les propriétés physiologiques des Coronilles. L'expérience montre que l'intoxication qu'il détermine chez les animaux suit la même marche que celle qui résulte de l'administration de la digitaline ou de la strophantine. Plusieurs physiologistes ont reconnu que la coronilline mérite d'être employée comme médicament cardiaque, et l'observation clinique a déjà prouvé que le nouveau principe actif, que MM. Schlagdenhauffen et Reeb ont eu le mérite d'isoler, peut répondre à d'intéressantes applications thérapeutiques.

PRIX BRÉANT.

(Commissaires : MM. Marey, Guyon, Potain, d'Arsonval, Lannelongue; Bouchard, rapporteur.)

La Commission, à défaut d'un Travail qui mérite le prix destiné à récompenser l'auteur d'un traitement capable de guérir le choléra, a décidé de prélever sur les arrérages une somme de *six mille francs* qu'elle partage entre les auteurs de travaux importants sur la pathogénie et la pathologie du tétanos.

Elle accorde *quatre mille francs* à M. **Vaillard** qui a montré quelles précautions doivent être prises pour obtenir la stérilisation certaine des cultures du bacille; le chauffage qu'on pratiquait à 65° ou 70° tuait en effet le bacille. Une température plus haute est nécessaire pour tuer les spores.

Knud Faber, Tizzoni et Cattani, Brieger et Frænkel avaient étudié ou tenté d'isoler la toxine tétanique; M. Vaillard a repris cette étude et montré la longue persistance de cette toxine dans le sang de la poule.

Il a fait voir surtout que cette toxine est le plus souvent nécessaire pour que l'infection devienne possible. Il avait été frappé de ces deux faits, l'extrême dissémination des germes de la maladie et des excoriations qui doivent réaliser très souvent l'inoculation; cependant, l'infection ne se produit qu'exceptionnellement d'une part, et la grande rareté du tétanos, d'autre part. Cela tient à ce que le plus souvent les spores ne sont pas accompagnées par une quantité suffisante de la toxine et il vérifie

l'hypothèse en inoculant sans succès les cultures lavées et débarrassées de leurs toxines.

M. Vaillard le premier a réussi à vacciner à l'aide de cultures filtrées, puis chauffées. Avant lui, on évitait l'intoxication par la culture en l'additionnant de trichlorure d'iode ou d'extrait de thymus.

Il a mis sur la véritable voie de l'utilisation du sérum des vaccinés en montrant que si les espérances de Behring et de Kitasato étaient vaines quand ils pensaient guérir par l'injection du sérum antitétanique, comme ils guérissaient la diphtérie par l'injection du sérum antidiphtérique, cependant ce sérum était capable de prévenir le développement de la maladie. Il est préservateur, mais non curateur. Si l'on n'utilise pas souvent cette propriété chez l'homme, elle donne au moins les résultats les plus sérieux dans la Médecine vétérinaire.

On pourrait croire d'après cela que ce sérum est bactéricide. Il lui dénie cependant cette propriété, ne lui reconnaissant que le pouvoir antitoxique que Behring avait démontré.

Ce pouvoir antitoxique qui protégerait l'animal contre l'envahissement par le microbe est neutralisé par l'injection simultanée du poison bactérien, au moins chez les animaux affaiblis.

Je signale un dernier fait et très important : c'est la transmission héréditaire de l'immunité tétanique acquise.

Une somme de *deux mille francs* est accordée à MM. **Courmont** et **Doyon** pour leurs études sur la même maladie.

De ces études, il résulte que la poule qu'on disait réfractaire peut contracter le tétanos; que si la toxine tétanique ne s'élimine pas par l'urine, les urines cependant sont convulsivantes et cela même pendant la période d'incubation; que la grenouille cesse d'être réfractaire quand on élève artificiellement sa température; que la toxine injectée dans le sang de cet animal ne produit son effet pathogène que quand la température de l'animal s'élève; que le siège de l'incitation tétanisante paraît être limité à certaines portions du système nerveux et vraisemblablement à certaines portions sensitives.

La donnée fondamentale à laquelle les auteurs attachent avec raison la plus haute importance est celle qu'ils ont cru pouvoir déduire de certaines expériences qui montrent que la toxine ne produit les effets convulsivants qu'après une longue incubation, tandis que le sang des tétaniques provo-

querait la convulsion. La conclusion formulée par ces Messieurs est que le poison tétanisant est produit par les tissus à l'occasion de l'imprégnation de ces tissus par la toxine bactérienne.

La Commission accorde une mention à M. **H. de Brun** pour son Mémoire intitulé : *L'organisation sanitaire de l'Empire ottoman et la défense de l'Europe contre la peste et le choléra*.

La Commission accorde en outre une mention à un travail adressé par MM. **Ch. Besnoit** et **J. Cuillé**, décrivant une *septicémie hémorragique du mouton*, maladie microbienne extrêmement meurtrière, considérée à tort par les propriétaires et les vétérinaires praticiens comme une affection parasitaire (*Distomatose*), mais dans laquelle l'anémie causée par le parasite favorisait simplement le développement de l'agent microbien (une bactérie ovoïde), cause essentielle de la maladie.

PRIX GODARD.

(Commissaires : MM. Bouchard, Potain, Lannelongue, Brouardel; Guyon, rapporteur.)

État du système lymphatique dans les maladies de la vessie et de la prostate; par M. le Dr O. Pasteau.

Les recherches très étendues de l'auteur ont été faites à l'aide de l'Anatomie normale et pathologique, associées à la Clinique; pareil travail n'avait pas encore été entrepris.

M. **Pasteau** a repris toutes les recherches relatives aux lymphatiques de la vessie et de la prostate; il a fait, en outre, de nombreuses autopsies et annexé à son Mémoire 173 observations; il a pu, en procédant ainsi, faire faire un pas décisif à une question longtemps discutée.

Si l'on était depuis longtemps renseigné sur l'état lymphatique de la prostate et ses conséquences au point de vue de la propagation ganglionnaire que déterminent les néoplasmes de cette glande; si l'on savait même qu'elle peut occasionner des propagations inflammatoires, on n'avait cessé de mettre en doute la présence de vaisseaux lymphatiques dans la vessie, que depuis très peu de temps.

La propagation des néoplasmes de la vessie par voie lymphatique n'était

plus discutable; on savait aussi que, dans certains cas de cystite, les ganglions périphériques sont parfois enflammés ou suppurés, mais la question n'était pas étudiée dans ses détails et n'avait pas été envisagée dans son ensemble. Le travail de M. Pasteau comble ces lacunes, et nous connaissons maintenant le rôle des lymphatiques de la vessie dans les cystites anciennes et profondes.

Sans entrer dans d'autres détails, il nous est permis de dire que le travail de M. **Pasteau** réalise un progrès véritable en Pathologie urinaire; la Commission du prix Godard propose à l'Académie de lui décerner le prix.

PRIX SERRES.

(Commissaires : MM. Ranvier, Bouchard, de Lacaze-Duthiers, Marey; Edm. Perrier, rapporteur.)

La Commission propose d'attribuer le prix à M. **Roule**, professeur de Zoologie à l'Université de Toulouse, et d'accorder des mentions honorables à chacun des concurrents suivants : M. **John Beard**, professeur à l'Université d'Édimbourg; M. **Maurice Caullery**, maître de conférences à l'Université de Lyon; M. **Félix Mesnil**, attaché à l'Institut Pasteur.

M. **Roule** a présenté au concours un ensemble très important de travaux : ce sont, les uns, des Ouvrages généraux, marque d'une érudition considérable; les autres, des Mémoires sur des points spéciaux de la Science, témoignant d'une grande habileté d'observation. Les uns et les autres, s'étayant réciproquement, montrent leur auteur parfaitement armé pour conduire à bien les investigations scientifiques les plus difficiles et en dégager toutes les conséquences d'un intérêt général.

L'illustre Confrère qui a laissé une part si large de sa fortune au Muséum d'Histoire naturelle et à l'Académie des Sciences, pour assurer non seulement les progrès de l'Embryogénie, mais aussi son union intime avec l'Anatomie comparée et la Paléontologie, ne pourrait voir sans grande joie sa doctrine si bien représentée par les trois Ouvrages généraux que M. Roule a soumis à l'appréciation de l'Académie et qui ont pour titres :

1° *L'Embryogénie générale* [1];

[1] 1 vol. in-8°, 510 pages; 1893. Reinwald, éditeur.

2° *L'Embryogénie comparée* (¹);

3° *L'Anatomie comparée des animaux basée sur l'Embryogénie* (²).

Ce dernier titre implique même que la pensée de Serres a été quelque peu dépassée, et c'est justement par là que l'œuvre de M. Roule, quant aux principes, se prête à quelques critiques. Ces critiques s'adressent bien moins d'ailleurs à des Ouvrages dont la documentation est d'une richesse digne de tous les éloges qu'à des idées très répandues dans la Science, que M. Roule a acceptées, comme presque tout le monde, et qu'il est, par conséquent, nécessaire, au moment où l'Académie semblerait, à son tour, leur donner son adhésion, de soumettre à un examen plus approfondi.

Les naturalistes allemands, principalement ceux de l'école des *Philosophes de la nature,* ont plus d'une fois indiqué les ressemblances que les embryons des animaux supérieurs présentent avec les animaux inférieurs du même groupe, ressemblances qui s'affirment par exemple d'une façon vulgaire dans les analogies de structure du têtard des Grenouilles avec les Poissons. De cette idée vague, Étienne Geoffroy Saint-Hilaire fit le premier une application scientifique en montrant que les os si nombreux de la tête des Poissons étaient représentés dans la tête des embryons de Mammifère, et que ces *centres d'ossification* n'avaient qu'à se souder d'une façon déterminée, pour constituer les os plus étendus et moins nombreux de la tête des Mammifères adultes. Il s'ensuivait, pour ainsi dire, que, en étudiant l'embryogénie des types supérieurs du règne animal, on pouvait espérer voir se dérouler sous ses yeux l'organisation de tous les types inférieurs, en commençant par les plus simples; c'est ce qui a fait dire à Étienne Geoffroy Saint-Hilaire lui-même que les animaux inférieurs n'étaient que des *arrêts de développement* de formes plus élevées; c'est ce qui a conduit Serres à donner à l'Embryogénie le nom un peu ambitieux d'*Anatomie transcendante* et à formuler la loi suivante : *L'anatomie transcendante n'est qu'une anatomie comparée transitoire, comme l'anatomie comparée n'est qu'une anatomie transcendante permanente.*

Cette *loi de Serres* est devenue la base de l'Embryogénie comparée actuelle; elle exprime entre la succession des formes embryonnaires des animaux supérieurs et les progrès graduels de l'organisation dans la série ascendante des animaux inférieurs un indéniable parallélisme, indépen-

---

(¹) 1 vol. grand in-8°, 1162 pages, 1014 figures; 1894. Reinwald, éditeur.

(²) 2 vol. grand in-8°, ensemble 2971 pages et 1202 figures; 1898. Masson, éditeur.

dant des interprétations philosophiques qu'on en peut donner, comme des hypothèses sur les causes auxquelles on peut l'attribuer.

La doctrine transformiste, à laquelle se range M. Roule, donne de ce parallélisme une explication saisissante. Il est clair que si toutes les formes animales, qui se sont produites depuis l'origine des temps, avaient de nos jours des représentants, l'Anatomie comparée ne serait que l'exposé des complications graduelles et des transformations que les organismes ont présentées, que la meilleure manière d'exposer ces modifications des organismes primitifs et d'en dégager les causes serait de les décrire dans l'ordre même où elles se sont manifestées, et que nos classifications, comme le voulait Lamarck, ne seraient qu'un Tableau synoptique de la généalogie du Règne animal. La formule de Serres pourrait donc être remplacée par celle-ci : *L'embryogénie d'un animal n'est qu'une répétition de sa généalogie;* et comme cette répétition reproduit en quelques semaines une série de formes qui se sont succédé depuis que le Règne animal évolue, la formule pour être exacte devrait être énoncée : *L'embryogénie d'un animal n'est qu'une répétition* TRÈS ABRÉGÉE *de sa généalogie*. Cette répétition est elle-même une conséquence directe de la *loi d'hérédité* de Lamarck. Fritz Müller a rassemblé dans un petit écrit intitulé : *Für Darwin*, un ensemble d'observations portant principalement sur les Crustacés, qui lui ont permis d'étudier et de confirmer, sans d'ailleurs y rien ajouter qui en changeât l'essence, les idées de Geoffroy Saint-Hilaire et de Serres; il montre seulement que les choses ne sont pas aussi simples que nous venons de le supposer; il résume ses observations dans plusieurs propositions qu'il met sur le même plan et dont aucune ne reproduit la forme *évoluée* de la loi de Serres; il est difficile de comprendre comment cette dernière loi est devenue pour quelques auteurs la *loi de Fritz Müller*. S'il y avait quelque nécessité à enlever à la Science française le mérite d'avoir la première explicitement formulé la loi du parallélisme de l'embryogénie et de l'anatomie comparée et d'en avoir tiré de véritables applications scientifiques, c'est bien plutôt le nom d'Hæckel qu'il faudrait substituer à celui de Serres, puisqu'il a donné à la proposition du savant français une de ces formes lapidaires dont il est coutumier. Mais le rôle de Fritz Müller et de Hæckel a été, au contraire, de rechercher des formules nouvelles permettant de réunir en groupes définis les *perturbations* de la loi de Serres, c'est-à-dire les écarts très considérables que présente l'embryogénie de nombre d'animaux avec les indications les plus précises que l'on puisse avoir sur leur généalogie. Hæckel a admis que dans l'accé-

lération à laquelle elle est fatalement condamnée l'embryogénie supprime, saute, confond, *télescope* pour ainsi dire, tantôt les phases les plus récentes de la généalogie, tantôt, au contraire, les phases les plus anciennes. Dans le premier cas, elle reproduit un nombre plus ou moins grand de formes ancestrales, et elle est alors particulièrement instructive; c'est ce que Hæckel nomme une *palingénie* et ce que M. Giard appelle une *embryogénie dilatée;* dans le second, les états les plus récents de l'organisme sont seuls reproduits avec quelque fidélité; l'embryogénie pose alors plus de problèmes qu'elle n'en résout, c'est une *cœnogénie* ou une *embryogénie condensée.* M. Roule accepte ces idées et fait un fréquent usage des mots *embryogénie dilatée* et *embryogénie condensée.*

Que ces mots aient pu être commodes, au moment où ils ont été lancés dans la Science pour répondre d'ailleurs à des cas tout particuliers, nous l'admettons sans peine; mais, même à ce moment, ils ne représentaient que très imparfaitement l'ensemble des faits connus; ce désaccord s'est depuis fortement accentué, et il suffira de quelques indications pour faire comprendre qu'ils sont la négation même de la méthode scientifique à laquelle doit se plier l'embryogénie comparée, comme toutes les autres sciences.

Ils créent, en effet, deux *catégories opposées* là où il n'y a qu'une *série continue* de faits rigoureusement reliés entre eux. La répartition des faits entre ces deux catégories, répartition plus ou moins arbitraire, puisqu'il ne devrait exister entre elles aucune démarcation, masque les relations de causalité qui existent entre ces faits; or la recherche de telles relations est justement le véritable problème de l'*embryogénie générale* ou de l'*embryogénie comparée*. D'autre part, ces dénominations mêmes sont inexactes, et ne peuvent laisser qu'une idée fausse de l'ensemble des faits que l'embryogénie cherche à grouper. Si l'embryogénie n'est qu'une répétition ABRÉGÉE de la généalogie, et même prodigieusement abrégée, comment pourrait-il y avoir des embryogénies *dilatées?* Toutes sont forcément *condensées,* si l'on veut employer ce mot, le premier créé des deux et qui a entraîné, par contraste, l'apparition de l'autre. Qu'appelle-t-on, dès lors, *embryogénies dilatées?*

Sous cette dénomination, comme sous toutes celles qui ont été mal conçues, on confond, en général, au moins deux catégories de phénomènes qui n'ont aucun rapport entre eux : 1° ceux que l'on observe lorsqu'une série plus ou moins longue d'anciennes formes ancestrales *vraisemblables* est reproduite; 2° ceux que l'on observe lorsqu'au cours de son développement l'embryon revêt des formes qui lui sont propres, qui tiennent aux condi-

tions récemment réalisées de son développement, conditions qui n'ont pu être à aucun degré celles où ont vécu les formes ancestrales. Ces formes compliquent quelquefois l'embryogénie, lorsque l'embryon est pélagique, par exemple; et c'est dans ce sens qu'il pourrait être question d'une sorte de dilatation embryogénique, bien que cette dilatation ne soit en réalité qu'une *déviation* momentanée qui se superpose souvent à une accélération très intense, comme dans le cas des *Phoronis* si bien étudiées par M. Roule lui-même. Mais des formes embryonnaires qui n'ont rien d'ancestral viennent aussi compliquer, *dilater* par conséquent, au sens où l'on emploie ce mot, les embryogénies les plus condensées, les cœnogénies les plus caractérisées, celles des Vertébrés allantoïdiens, par exemple. Ainsi se trouvent abitrairement réparties entre deux catégories opposées des formes embryonnaires dues à une même cause, l'adaptation personnelle de l'embryon aux conditions de développement qui lui sont imposées. Comment apercevoir les liens qui unissent entre elles des formes que l'on se condamne tout d'abord à dissocier ainsi ? Toute la méthode de coordination des faits se trouve par là viciée, sinon anéantie.

En réalité, dans l'état actuel de nos connaissances, il semble bien que la succession des phénomènes embryogéniques que présente un animal donné ait pour *cause première* les transformations graduelles subies par les ancêtres de cet animal et ne soit qu'une reproduction héréditaire très accélérée de ces transformations. Mais il ne s'ensuit pas que ces transformations successives soient rigoureusement reproduites et que l'embryogénie d'un animal soit une sorte de cinématographe à mouvement rapide qui ferait passer sous les yeux de l'observateur la galerie des miniatures des ascendants de l'animal considéré. D'une part, la cause ou l'ensemble de causes encore inconnues qui détermine l'*accélération embryogénique* et que nous avons désigné sous le nom de *tachygénèse* substitue le plus souvent aux véritables *portraits* une série d'*ébauches* qui se transforment les unes dans les autres par des procédés nécessairement plus rapides que ceux qui ont déterminé les transformations initiales; d'autre part, l'embryon peut trouver réalisées autour de lui des conditions d'existence tout autres que celles parmi lesquelles ont vécu ses ancêtres, il s'adapte momentanément à ces conditions sans cesser pour cela d'être dominé par l'hérédité, et diffère des formes ancestrales réelles soit par l'absence ou l'état rudimentaire de certains organes, soit par le développement d'organes complémentaires transitoires, essentiellement embryonnaires, soit, le plus souvent, par ces deux sortes de modifications à la fois. On peut dire qu'une embryo-

génie est *normale* (*patrogonie*) lorsque la scène est dominée par la représentation des formes ancestrales, qu'une embryogénie est *accélérée* (*tachygonie*) lorsque la représentation des ancêtres est assez rapide pour amener des modifications importantes dans les procédés évolutifs; qu'elle est *adaptative* (*armozogonie*) lorsque les adaptations propres de l'embryon défigurent au point de les rendre méconnaissables les portraits ancestraux; mais tous ces phénomènes se combinent étroitement. Les patrogonies les plus typiques sont toujours fortement altérées par des tachygonies plus ou moins mélangées d'armozogonies. En général, dans les ordres les plus inférieurs des classes les plus anciennes de chacune des séries ou même des embranchements du règne animal, l'éclosion des embryons est précoce; l'embryon est, dès sa naissance, apte à rechercher sa nourriture; il mène une existence analogue à celle d'un animal adulte; il atteint graduellement son état définitif, sans *à-coup* ni déviations, par la formation successive des unités morphologiques (mérides ou zoïdes) dont son corps est constitué; s'il éprouve des changements importants, ces changements sont précédés de modifications dans les conditions d'existence qui les expliquent facilement. Ce sont là les signes auxquels se reconnaissent les patrogonies typiques; en prenant pour point de départ celles où les phénomènes s'accomplissent avec le plus de lenteur, on peut disposer les embryogénies de tous les animaux de la classe ou même de l'embranchement dans un ordre tel que les effets de la tachygénèse y soient de plus en plus marqués; les lois des modifications embryogéniques dues à la tachygénèse peuvent dès lors ressortir nettement de cette coordination, et la recherche de ces lois est au fond le problème le plus important comme aussi le plus négligé de l'embryogénie comparée, parce qu'une classification vicieuse des phénomènes embryogéniques a masqué et masque encore trop souvent la méthode qui devait conduire à sa solution.

Les lois de l'accélération embryogénique une fois connues permettent de démêler plus nettement les cas d'adaptations embryonnaires parmi les phénomènes dus à la tachygénèse, et, ce départ fait à son tour, il devient possible de demander avec quelque sécurité son secours à l'Embryogénie pour combler les lacunes de l'Anatomie comparée. Sans doute ce n'est pas absolument la faute de M. Roule si ces conceptions ne dominent pas son Livre de toute leur logique; elles sont cependant dans la Science depuis plusieurs années, et l'on peut regretter qu'un esprit aussi ouvert que le sien n'ait pas été plus frappé du caractère impérieux de la discipline qu'elles imposent.

Il n'eût pas manqué dès lors de reconnaître le caractère contradictoire

du titre qu'il a choisi pour un autre de ses Ouvrages, véritable trésor de faits dont la réunion a certainement coûté bien des veilles : son *Traité d'Anatomie comparée basée sur l'Embryogénie*. Le temps n'est plus ou l'on pouvait à son gré commencer par un bout ou par l'autre l'étude des Sciences naturelles. Depuis que ces Sciences ont été toutes pénétrées du principe de causalité, qu'elles ont senti la possibilité d'*expliquer* ce qu'elles ne faisaient autrefois qu'*exposer*, leurs divers chapitres s'enchaînent comme ceux de la Physique, et il n'est pas plus permis de les renverser qu'il n'est permis de renverser l'ordre des théorèmes de la Géométrie. Or, que signifie la loi de Serres, sinon que l'Anatomie comparée est la cause, la base scientifique de l'Embryogénie? C'est donc une idée à abandonner que celle de fonder l'Anatomie comparée sur l'Embryogénie, qui n'en est en somme qu'un majestueux corollaire, qui sans elle serait totalement énigmatique, et qui ne peut d'ailleurs lui prêter quelque secours qu'après avoir été épurée des phénomènes d'accélération et d'adaptation qu'elle subit.

Sans doute, l'état adulte n'étant que le dernier état auquel parviennent les embryons, il semble au premier abord légitime de présenter l'organisation définitive d'un animal comme la suite naturelle des modifications successives de l'organisation de l'embryon; on s'imagine même avoir *expliqué* cette organisation quand on a *décrit* les diverses étapes qu'elle a traversées. Il n'en est rien, car ces étapes elles-mêmes sont inintelligibles si une connaissance approfondie des modifications que les formes adultes ancestrales ont pu subir *logiquement* ne vient en fournir la raison d'être, et cette connaissance c'est justement l'Anatomie comparée qui la donne.

Le beau travail de M. Roule sur l'Embryogénie des *Phoronis* vient à point nommé pour mettre nettement en lumière la portée précise de ces propositions.

Les *Phoronis* sont de petits Vers marins, tubicoles, sédentaires, se nourrissant des menus corpuscules amenés à leur bouche par un courant que détermine un volumineux panache de tentacules ciliés, occupant l'extrémité antérieure de leur corps. La place des *Phoronis* dans les classifications est fort discutée. Des Annélides tubicoles, les SERPULIDÆ, présentent un panache assez semblable, et l'on en a rapproché ces petits animaux, mais ils ne possèdent rien des organes locomoteurs des SERPULIDÆ; et, de plus, leur anus, au lieu d'être situé à l'extrémité postérieure du corps comme chez tous les Vers annelés, est situé dans la région antérieure du côté dorsal, non loin du panache tentaculaire. Par ces caractères particuliers, les *Phoronis* se rapprochent des Bryozoaires, qui ont comme eux un panache

tentaculaire, mais les Bryozoaires n'ont pas un corps vermiforme, ils sont dépourvus de l'appareil circulatoire qui est nettement indiqué chez les *Phoronis,* auxquels font en revanche défaut la puissante faculté de bourgeonnement et la destruction périodique du corps, si caractéristique des Bryozoaires.

On retrouve d'autre part chez certains Géphyriens, les SIPUNCULIDÆ, le corps vermiforme, l'absence d'organes locomoteurs, l'anus reporté en avant et dorsal, l'appareil circulatoire, les néphridies, l'absence de blastogénèse et de destruction périodique du corps des *Phoronis;* mais aucun Siponcle ne possède leur panache tentaculaire compliqué.

Si la parenté des *Phoronis* avec les SIPUNCULIDÆ est vraisemblable, elle ne peut être démontrée qu'à la condition d'expliquer comment les premiers ont pu dériver des seconds. L'Embryogénie, à première vue tout à fait exceptionnelle des *Phoronis*, ne semble pas apte à nous renseigner, et M. Roule, qui l'a étudiée avec le plus grand soin, qui a vérifié toutes les données recueillies par les précédents observateurs, se trouve lui-même assez embarrassé d'en tirer parti, car s'il rapproche les *Phoronis* des Bryozoaires ptérobranches, il laisse indécise la question de savoir si ces animaux (*Rhabdopleura*) sont réellement des Bryozoaires, et la ressemblance qu'il signale entre les *Phoronis* et les Vertébrés ne dépasse pas les toutes premières phases du développement, l'état de trochosphère. Il y a cependant, dans l'embryogénie des *Phoronis*, deux périodes très significatives : celle qui précède la réalisation complète de la larve depuis longtemps célèbre sous le nom d'*Actinotrocha*, et celle qui suit immédiatement la métamorphose de cette larve. Dans la première période, rien ne distingue l'embryon des *Phoronis* de celui d'un Ver annelé d'abord, de celui d'un Siponcle ensuite; après la métamorphose, la jeune *Phoronis* est presque identique à un jeune Siponcle, et c'est seulement plus tard, par l'exagération du développement du panache tentaculaire, que le type *Phoronis* se différencie en même temps que l'animal se cantonne exclusivement dans l'existence tubicole. Les relations des *Phoronis* avec les SIPUNCULIDÆ seraient donc évidentes si entre les deux phases géphyriennes du développement ne venait s'intercaler une phase de métamorphose tout à fait aberrante, tout à fait « originale », comme dit M. Roule.

Cette métamorphose justement ne paraît si étrange qu'en raison du renversement que l'on fait d'habitude des rapports de l'Anatomie comparée et de l'Embryogénie. L'Anatomie comparée nous montre, en effet, que les premiers Géphyriens avaient, comme les Vers annelés, leur anus situé

tout à fait à l'extrémité postérieure du corps (Echiurimorpha, Priapulimorpha); l'anus est devenu dorsal et plus ou moins antérieur chez les Sipunculimorpha. Ce déplacement s'explique facilement si l'on admet, conformément au *principe de la fixation des attitudes avantageuses*, conséquence du principe de Lamarck, qu'en raison de son existence souterraine, afin de pouvoir rejeter facilement au dehors ses excréments, l'animal a pris l'habitude de contracter ses muscles longitudinaux dorsaux et de relâcher en même temps ses muscles longitudinaux ventraux; l'anus a été d'abord volontairement amené sur la face dorsale par ce procédé; cette attitude habituelle s'est ensuite *fixée héréditairement;* la région dorsale située en avant de l'anus s'est raccourcie d'une manière permanente, le méridien médian ventral et la portion du méridien dorsal inférieur à l'anus se sont au contraire allongés.

Dans une embryogénie patrogonique, on devrait voir cette disproportion et ce déplacement s'établir graduellement; mais si la tachygénèse intervient, elle doit s'établir d'un coup; de là, la *métamorphose.* L'exoderme et l'entoderme ventraux grandissent démesurément; par suite de sa croissance, le premier, qui serait gênant au dehors, se reploie en une vaste poche à l'intérieur de la cavité générale, où il est entouré de matériaux nutritifs; on observe chez les larves de certains Tuniciers (*Clavellina*) une croissance semblable de l'exoderme aboutissant à la formation non d'une invagination proprement dite, mais d'un pli qui permet la rotation brusque de la larve après sa fixation. Lorsque l'exoderme invaginé de l'*Actinotrocha* se déploie, il constitue d'un coup le tégument de la région inférieure du corps, et du même coup l'anus d'abord terminal se trouve antérieur.

L'anus primitif ne persiste cependant pas; il disparaît ainsi que le rectum; un rectum et un anus nouveaux les remplacent. L'Embryogénie constate le remplacement, en décrit tout le mécanisme, mais ne nous apprend rien sur l'origine et la raison d'être de ce mécanisme. L'organisation des Géphyriens adultes des autres groupes éclaire le mystère. Le rectum nouveau apparaît comme un cordon solide dorsal, dépendance immédiate de l'intestin de l'*Actinotrocha;* or, à cette même place se trouve, chez presque tous les Géphyriens, un tube parallèle à l'intestin, le double en quelque sorte et constitue le *siphon intestinal.* Il est manifeste que c'est ce siphon intestinal qui, chez les *Phoronis,* s'adapte aux fonctions du rectum et se substitue au rectum primitif. Ainsi, grâce à l'application rigoureuse de la loi de Serres, en vertu de laquelle l'Anatomie comparée prime et explique l'Embryogénie par la seule application des *principes de la fixation des atti-*

tudes et de l'*accélération embryogénique*, principes qui s'appliquent au Règne animal tout entier, rien ne demeure inexpliqué dans la métamorphose des *Phoronis*. L'étrangeté apparente des métamorphoses en général est d'ailleurs faite en grande partie de ce qu'on ne s'est pas avisé d'introduire dans l'exposé des phénomènes embryogéniques une méthode rigoureusement scientifique.

Si M. Roule n'est pas encore résolument entré dans cette voie, ses beaux livres si pleins de faits, si magnifiquement illustrés de figures schématiques d'un étonnant relief, ses recherches si approfondies non seulement sur les *Phoronis*, mais aussi sur le développement de la *Marionia enchytrœoïdes* (*Enchytrœoïdes Marionia* Roule), précédemment récompensées par l'Académie, n'en forment pas moins un ensemble bien digne de la haute distinction qui leur est aujourd'hui réservée.

MM. **Caullery** et **Mesnil** ont présenté, pour le concours relatif au prix Serres, deux Mémoires dus à leur collaboration assidue et qui portent, les uns sur les Annélides polychètes, les autres sur les Sporozoaires.

On sait depuis longtemps que diverses Annélides, les *Nereis*, beaucoup de Syllidiens, auxquelles sont venues s'ajouter depuis peu un certain nombre de Phyllodociens, prennent, au moment de la reproduction, des caractères spéciaux qui rappellent ce que l'on désigne chez certains Poissons et chez certains Oiseaux sous le nom de *robes de noces;* l'état adulte des Insectes pourrait être considéré comme une robe de noces de ce genre. Les Annélides qui présentent ces particularités sont dites *épigames* ou *épitoques*. Le fait n'était connu que chez les Annélides errantes; MM. Caullery et Mesnil l'ont constaté chez les Annélides sédentaires de la famille des Cirratuliens et en ont profité pour faire une remarquable étude d'ensemble de l'*épigamie*. Leurs *Études sur la morphologie comparée et la phylogénie des espèces chez les Spirorbes;* leur *Note sur la position systématique du genre Ctenodrilus;* celle *Sur un cas de ramification latérale chez les Dodecaceria concharum* ne se rattachent qu'indirectement à l'Embryogénie, mais contiennent cependant d'assez nombreuses allusions au développement embryogénique des Polychètes, pour n'être pas déplacées dans le concours qui nous occupe. Il en est de même des recherches sur les Sporozoaires du genre *Siedleckia* Metznikowitch, etc., dont MM. Caullery et Mesnil ont précisé le cycle évolutif, tandis qu'un Orthonectide, le *Stœcharthrum Giardi*, a permis à ces jeunes savants une étude approfondie du mode de développement si singulier de ces animaux dont la position zoologique est encore douteuse.

Les deux Mémoires de M. **Beard** auxquels votre Commission propose

d'accorder une mention ont pour titre, le premier : *On certain problems of vertebrate Embryology* (1896), le second : *The span of gestation and the cause of birth* (1897). Tous deux se rattachent à une même idée fondamentale, intéressante sans doute, mais à laquelle il est impossible d'accorder une approbation sans réserve, malgré l'importance des investigations précises de l'auteur. Beaucoup d'Invertébrés, des classes entières de plantes présentent, au cours de leur développement, ce phénomène singulier au premier abord que les individus composant une génération donnée diffèrent par des caractères souvent très importants de ceux de la génération qui précède et de celle qui suit. En 1842, Steenstrup a essayé de réunir tous ces faits dans une même théorie devenue célèbre sous le nom de *Théorie des générations alternantes*. Plus tard, Henri Milne-Edwards, par une sorte d'extension de la doctrine de l'unité de plan de composition de Geoffroy Saint-Hilaire, prit la génération alternante comme point de départ d'une théorie générale de la reproduction. C'est dans une voie analogue qu'est entré M. Beard. Il admet, lui aussi, qu'à un certain moment de l'évolution des Métazoaires il y a véritablement production d'un organisme sexué par un organisme asexué, ce qui est le propre de la *génération alternante,* dont il fait ainsi la loi même du développement des organismes. De cette hypothèse qui lui a été suggérée par des découvertes réellement importantes, comme celle d'un système nerveux transitoire chez les Raies, et qui sont ce que votre Commission vous propose d'encourager, M. Beard tire des conséquences très inattendues relativement au développement des Vertébrés eux-mêmes; il considère, par exemple, le blastoderme comme un organisme asexué nécessaire à la production de la forme sexuée, qui est pour nous tout le Vertébré; une fois sur cette voie, il considère comme des explications les assimilations qui se présentent entre les faits obscurs du développement des animaux supérieurs et les phénomènes très nets, en apparence, de la génération alternante chez les animaux inférieurs.

Ce sont là des comparaisons tout à fait ingénieuses, mais non des explications. Partir des phénomènes de *génération alternante* tels qu'on les observe chez les Polypes et les Tuniciers, par exemple, pour poser en principe que tous les êtres vivants traversent deux phases analogues, c'est introduire dans la Science un mystère de plus, car on ne comprend pas la nécessité de cette alternance compliquée, ni la raison de sa généralité.

C'est justement parce que les naturalistes ont trop longtemps cherché, au rebours des physiciens, à retrouver les phénomènes les plus complexes de la biologie dans les plus simples qu'ils ont si péniblement échafaudé leur science et que les théories les plus contradictoires, les plus étonnants

paradoxes y peuvent encore trouver place, sans soulever trop de protestations.

En suivant, sans parti pris, les faits dans leur ordre de complication croissante, on s'aperçoit bien vite, au contraire, que les mystères s'évanouissent, que les contradictions disparaissent, et c'est ainsi que l'on arrive à voir dans les phénomènes dits de *génération alternante* non plus une sorte de *truc* ingénieux de la Nature pour accroître la puissance reproductrice des individus, mais bien la conséquence nécessaire de mécanismes biologiques relativement faciles à démêler. Ils y perdent, à la vérité, l'imposante unité que Steenstrup leur avait jadis attribuée et par laquelle on se laisse séduire encore trop volontiers. Il n'y a rien de commun, en effet, entre ce qu'on appelle la *génération alternante* des Cryptogames vasculaires et celle des Polypes, qui est l'équivalent, au point de vue de la morphologie externe, de la floraison des Phanérogames; la génération alternante des Salpes dérive d'une adaptation graduelle à la gestation des blastozoïdes des Ascidies composées, de captations dont toutes les étapes sont aujourd'hui connues, à partir du moment où l'ozoïde et les blastozoïdes sont absolument semblables. L'alternance des générations est réalisée par de tout autres moyens que celle des Polypes et n'aboutit pas au même résultat. La génération alternante des Trématodes n'est qu'un phénomène de parthénogénèse compliqué de pédogénèse. Comment comprendre ces phénomènes si disparates et d'ailleurs expliqués dans une formule générale et mystérieuse qui s'appliquerait à tous les organismes?

La formation d'un blastoderme, celle d'un sac vitellin, d'un placenta, de glandes mammaires s'expliquent par les méthodes mêmes qui ont permis d'expliquer les divers phénomènes illusoirement groupés sous la dénomination de *générations alternantes,* mais sans qu'il soit besoin de faire intervenir ces derniers. Les périodes de *crise* qui interviennent dans le développement de tant d'animaux sont simplement les périodes où s'accumulent les résultats définitifs des mécanismes variés de la tachygénèse. La tentative de M. **Beard** ne contient donc pas, à notre sens, les éléments des explications qu'il cherche, mais ses travaux positifs d'embryogénie sont d'un tel intérêt que votre Commission n'a pas cru pouvoir les laisser passer sans vous proposer de leur donner un témoignage de votre haute estime.

PRIX CHAUSSIER.

(Commissaires : MM. Marey, Guyon, Ranvier, Lannelongue;
Bouchard, rapporteur.)

Pour se faire une idée de la part qui appartient à M. **Charrin** dans les progrès de la Médecine scientifique au cours de ces quinze dernières années, il faut considérer surtout ses travaux de Pathologie expérimentale, où certaines constatations cliniques dont la précision et la rigueur donnent à l'observation une signification et une puissance démonstrative que n'atteint pas toujours l'expérimentation.

En Pathologie expérimentale, M. Charrin a eu le mérite de bien délimiter l'objet de ses recherches, de choisir cet objet et au besoin de le créer. Je ne sais rien de plus nouveau, de plus hardi et de plus ingénieux que sa création d'une maladie nouvelle qu'il a constituée de toutes pièces en vue de l'étude de l'infection et qu'il a établie à titre de maladie d'étude en face de la maladie charbonneuse qui avait fourni les premières notions à Chauveau, à Toussaint et à Pasteur et qui, presque partout, a été remplacée par la *maladie pyocyanique*. On savait que parfois les plaies présentent chez l'homme une suppuration bleue, on avait extrait de ce pus bleu un alcaloïde coloré, la pyocyanine; enfin, M. Gessard avait démontré que cette pyocyanine et un autre pigment vert sont les produits d'un microbe, le bacille pyocyanique. M. Charrin a provoqué à l'aide de ce microbe une maladie chez le lapin, puis il l'a poursuivie dans la série animale. Il a établi les variétés de forme de cette maladie, qui tantôt est essentiellement ou exclusivement une maladie locale, tantôt est d'emblée une maladie générale, laquelle peut tuer rapidement sans localisations à la façon d'une septicémie ou déterminer des affections organiques secondaires et se prolonger, parfois passer à l'état chronique.

Toutes ces variétés de forme sont en rapport ou avec la quantité du virus, ou avec l'intensité de sa virulence, ou avec la résistance variable naturelle ou acquise de l'organisme animal. Telle a été la précision de ces déterminations de types morbides provoqués chez l'animal, que les cliniciens ont à leur tour retrouvé ces formes chez l'homme et ont complété l'étude de M. Charrin par la démonstration de la maladie pyocyanique interne dans l'espèce humaine.

Quand parut cet opuscule intitulé : *La maladie pyocyanique,* il semblait

que tout y fût traité, que tous les possibles y fussent réalisés et que toutes les questions eussent reçu leur solution. Le temps n'a pas manqué d'élargir ce domaine, et M. Charrin est resté au premier rang parmi ceux qui l'ont fait fructifier.

Dès la première heure, il avait expérimenté sur le microbe lui-même et fait en quelque sorte sa Physiologie et sa Pathologie. Il avait étudié sa nutrition en choisissant comme milieu de culture des substances toutes cristallisables, en suivant leur destruction et leur disparition dans le liquide nourricier, en les retrouvant transformées dans la matière constituée du corps des microbes ou dans leurs produits de sécrétion.

Il a montré que certaines modifications dans la composition du milieu nutritif entravent la vie du microbe, retardent la segmentation des bacilles, qui deviennent filamenteux ou se réduisent en granulations, ou changent de forme et se constituent morphologiquement à l'état de spirilles.

Malgré les expériences anciennes de Zopf et de Ray Lankester, l'idée du polymorphisme des bactéries avait été abandonnée, et la doctrine de l'invariabilité de la forme, établie comme un dogme par Cohn, régnait sans conteste. Le travail de M. Charrin a définitivement démontré la variabilité de la forme d'un même microbe, et les travaux de même ordre qui ont été publiés bientôt après n'ont fait que le confirmer.

On change à volonté la forme des microbes, on change aussi leur fonctionnement, on modifie leurs sécrétions, on diminue ou l'on restitue leurs sécrétions colorées, on les supprime temporairement, on les supprime même définitivement, on crée des races dépourvues de la fonction chromogène. On influence de même les sécrétions par lesquelles les microbes exercent sur les animaux une action souvent nuisible, parfois utile; on exalte et l'on atténue leur virulence.

Une constatation intéressante qui rentre dans le même ordre de modifications artificielles apportées à la vie et au fonctionnement des microbes a été fournie à M. Charrin par la culture simultanée, dans un même milieu, de la levure et du bacille pyocyanique. Les deux organismes se développent, mais la levure cesse d'agir comme ferment et le bacille pyocyanique ne sécrète plus le pigment bleu.

Ce sont là, en réalité, de pures recherches de Bactériologie, mais on devine de quel intérêt elles vont être pour l'étude expérimentale de la virulence, de l'immunité, de la Bactériothérapie.

Pour expliquer la genèse de la maladie, il n'est pas moins nécessaire d'étudier les variations de l'activité chez l'homme que chez le microbe. On avait de bonnes raisons pour admettre que la fatigue, l'excès du travail, la

crainte, l'inquiétude, le chagrin rendent l'homme plus vulnérable et le placent en état d'opportunité morbide. M. Charrin, en collaboration avec M. Roger, a démontré que des causes de même ordre font qu'un animal normalement réfractaire à une maladie devient capable de la contracter, ou que, s'il n'est pas réfractaire, elles rendent cette maladie plus grave et plus rapide dans son développement. Ces expériences, qui ont fait, à l'époque, grande impression, sont considérées comme la démonstration expérimentale de l'influence du surmenage sur l'infection. Leur signification est plus large. Elles ont eu le mérite de démontrer que, dans les maladies infectieuses, tout ne réside pas dans le microbe et que la détérioration préalable de l'économie, le consentement de l'organisme humain n'est pas chose indifférente pour la production de la maladie.

Le 15 avril 1878, Toussaint avait affirmé sans preuve, mais avec une parfaite netteté, que la bactéridie charbonneuse fabrique ou excite l'organisme à fabriquer une substance soluble, toxique, phlogogène, capable d'amener l'ensemble des accidents de la maladie. C'était la première affirmation de l'origine toxique des symptômes caractéristiques des maladies infectieuses. L'idée devait faire son chemin. Il appartient à M. Charrin d'avoir démontré que les poisons spécifiques de ces maladies sont réellement sécrétés par les microbes. Les cultures filtrées du bacille pyocyanique injectées à l'animal produisent, tout aussi bien que l'inoculation du microbe, la fièvre, l'albuminurie, la diarrhée, l'amaigrissement et surtout, cela est spécifique, la paraplégie spasmodique et la paralysie vésicale. Le travail de M. Charrin est du 3 mars 1887.

Ce n'est pas seulement la fièvre, l'albuminurie, la diarrhée, les paralysies qui résultent des poisons versés dans l'organisme par les microbes qui s'y développent, les dégénérescences chroniques de certains organes peuvent avoir la même origine toxique. C'est ce que M. Charrin a démontré pour le rein, pour le cœur, où il a constaté même la dégénérescence amyloïde à la suite des intoxications répétées par les poisons bactériens. Ce travail a ouvert la voie et les lésions toxiques du foie dans les maladies infectieuses ont pris leur place à côté de celles du cœur et des reins.

M. Charrin a signalé un fait plus inattendu : les toxines bactériennes amènent un gonflement parfois énorme des capsules surrénales et du même coup ces organes perdent l'une de leurs fonctions. On sait que le suc extrait des capsules surrénales, injecté aux animaux, produit une élévation brusque et considérable de la tension artérielle. Le suc des capsules surrénales modifiées par les toxines n'agit plus sur la circulation.

L'action nuisible des poisons bactériens est bien autrement générale,

profonde et durable, elle change la nutrition tout entière. Les jeunes animaux qui ont subi cette imprégnation sont retardés dans leur développement et atteignent rarement la taille et le poids des individus sains de la même portée. Bien plus, le trouble nutritif et formateur se produit même dans la descendance des animaux qui ont subi, je ne dis pas une atteinte de la maladie infectieuse, mais une simple impression par les produits de sécrétion du microbe pathogène. Tous ceux qui s'intéressent à ces grandes questions de l'hérédité ont vu les animaux issus de mères et parfois même de pères intoxiqués par les poisons pyocyaniques et qui offraient des malformations des oreilles, des membres, du vagin, qui se présentaient avec tous les attributs du nanisme; chez lesquels enfin on a pu reconnaître l'apparition des difformités et des lésions histologiques qui caractérisent le rachitisme. Un peu de hardiesse dans l'hypothèse et une constante et persévérante attention dans la recherche des effets lointains d'une expérience ont fixé la Science sur les points les plus graves et les plus discutés du développement des monstruosités comme conséquence des maladies infectieuses des parents, faits que la clinique nous avait révélés, mais qu'elle était incapable de nous expliquer. Ainsi M. Charrin a donné à sa découverte ses plus larges développements.

Ce qu'il a obtenu chez les petits des femelles imprégnées par les toxines microbiennes, M. Charrin l'a constaté pour les enfants nés de mères atteintes de maladies infectieuses pendant la grossesse, plus particulièrement chez les enfants de mères tuberculeuses et chez les enfants nés de mères atteintes de fièvre typhoïde au cours de leur grossesse. Ces enfants ont moindre poids et moindre taille, même s'ils naissent à terme. Leur température centrale est abaissée, elle ne dépasse guère 36°, elle est souvent 35°. Cela tient peut-être à ce que le kilogramme corporel chez ces enfants est desservi par une surface de $0^{mq},08$ à $0^{mq},09$ au lieu de $0^{mq},06$, comme c'est chez le nouveau-né normal. En tout cas cela démontre que leur système nerveux est incapable d'assurer la régulation thermique. L'alcalinité du sang est diminuée, l'acidité de l'urine augmente. Elle contient plus de phosphates, elle est plus toxique que l'urine normale. Le rapport de l'azote urinaire total oscille de 0,72 à 0,78 au lieu de la normale 0,85.

Les poisons bactériens ont aussi des actions plus limitées, plus spécialisées, et tout à fait passagères. On avait démontré que, dans certaines maladies infectieuses, ou même dans les intoxications aiguës produites par les poisons que sécrètent les microbes de ces maladies, les leucocytes ne sortent pas des vaisseaux, la diapédèse, même si l'on cherche à la provo-

quer, ne s'effectue pas. M. Charrin a fait faire un pas de plus à la question; il a montré que ces poisons, qui empêchent la sortie des leucocytes, empêchent aussi la dilatation vasculaire et l'exsudation du plasma, suppriment la rougeur et le gonflement, empêchent la manifestation de l'inflammation, même si l'on tente de la produire par l'application de l'huile de croton sur la peau. Poussant plus loin son expérience, il a démontré que si certaines substances bactériennes s'opposent à la manifestation de l'inflammation, c'est en produisant une paralysie des centres vaso-dilatateurs, dont l'excitation ne réussit plus à provoquer par action réflexe la dilatation active des vaisseaux de l'oreille. Je n'ai pas besoin d'insister sur l'importance de ces découvertes, et sur la lumière dont elles éclairent certains faits constatés cliniquement ou expérimentalement, et qui jusque-là étaient obscurs. L'un d'eux appartient précisément à M. Charrin. Le cobaye est relativement réfractaire à la maladie pyocyanique, qui produit chez lui non une septicémie mortelle, mais une tumeur inflammatoire curable. Il possède un système nerveux qui, dans ses centres vaso-dilatateurs, ne se laisse pas paralyser par les toxiques pyocyaniques. D'autre part, le lapin rendu réfractaire par vaccination atténue le bacille en question, et l'empêche de verser dans le sang ses poisons paralysants. Ce lapin vacciné fait, comme le cobaye, une gomme inflammatoire et non plus la septicémie d'emblée.

En 1880, Pasteur avait formulé deux hypothèses par lesquelles on pourrait expliquer l'immunité acquise : ou bien le microbe pathogène, pendant la première maladie qui a guéri, a détruit et supprimé dans le corps de l'animal quelque principe nécessaire à la vie bactérienne et que la vie de l'organisme animal ne ramène pas; ou bien, dans son premier passage par cet organisme, le microbe a laissé quelque sécrétion nuisible à son développement, et dont l'économie animale ne parvient pas à se débarrasser. Pasteur se prononçait en faveur de la première hypothèse : c'était la théorie de l'épuisement. A la même époque, Chauveau se déclarait en faveur de la seconde hypothèse et adoptait la doctrine des matières empêchantes, que les expériences de Toussaint semblaient confirmer. Pendant sept ans, la question n'avait pas fait un pas; mais le génie de Pasteur n'était pas resté inactif, et son esprit avait conçu une interprétation de la vaccination qui, sans nouvelles expériences, l'amena à abandonner sa première idée de l'épuisement, et à se ranger à l'opinion des matières empêchantes. Huit mois après cette Communication, MM. Salmon et Smith apportaient le commencement de la démonstration expérimentale; un mois plus tard, le 24 octobre 1887, M. Charrin rendait publique la preuve décisive et définitive qu'il possédait, et dont il m'avait rendu témoin dès le mois de mars,

mais que, par un scrupule excessif et par un sentiment de déférence fort honorable, il ne voulait pas publier avant d'avoir obtenu l'approbation de ses maîtres de l'Institut Pasteur. Les cultures du bacille pyocyanique, filtrées ou chauffées à 100° et même à 110°, conféraient l'immunité au lapin. Deux mois plus tard, le 25 décembre 1887, MM. Roux et Chamberland répétaient la démonstration à l'aide des produits solubles du vibrion septique. A cette époque, M. Duclaux a fait la critique des expériences de MM. Salmon et Smith, et remarqué, non sans raison, qu'ils n'avaient pas conféré au porc l'immunité par les produits du bacille du choléra des porcs, mais seulement au pigeon, animal qui, de leur aveu, est placé à la limite de la réceptivité. On a pu ajouter très judicieusement que les cultures avaient été peut-être insuffisamment stérilisées seulement par la chaleur entre 58° et 60°. C'est ce qu'avait fait Toussaint pour stériliser le sang charbonneux, et c'est parce que le procédé avait été jugé insuffisant que l'honneur de la découverte des vaccinations par produits solubles ne lui appartient pas.

M. Charrin a voulu pénétrer le mécanisme de cette immunisation produite par un poison. Elle n'est pas l'effet d'une accoutumance, d'une mithridatisation. Si l'on injecte aux vaccinés la dose de produits solubles strictement nécessaire pour tuer un animal non vacciné, cette dose suffit aussi à tuer le vacciné.

Ce qui assure l'immunité c'est, pour une part, un changement humoral qui survient chez le vacciné à la suite de l'intoxication, changement qui rend son sang bactéricide. On avait déjà reconnu que le sang est bactéricide même chez l'animal normal, et, à la veille de la publication du Mémoire de MM. Charrin et Roger, Nissen, qui donnait le bilan actuel de nos connaissances, concluait au doute sur la question de savoir si la vaccination augmente le pouvoir bactéricide du sang. Après la publication dont je parle, le doute n'a plus semblé permis. Dans seize maladies on a établi que le sang, après guérison, fournit un sérum bactéricide, et pour toutes ces démonstrations on a adopté la technique de MM. Charrin et Roger. Ce n'est pas à dire que d'autres modifications humorales ne surviennent pas chez les vaccinés, en particulier l'état antitoxique, qui n'est encore fermement établi que pour la diphtérie et le tétanos.

Plus récemment, M. Charrin a communiqué des recherches expérimentales sur l'influence qu'exercent les substances minérales, même neutres, quand elles sont introduites dans le corps pendant un assez long temps à petites doses. Au nombre de ces effets, on note une augmentation de la résistance à certaines maladies infectieuses. On savait déjà que la modifi-

cation durable de la nutrition, qui confère une immunité plus ou moins complète, n'est pas produite exclusivement par les toxines microbiennes; les venins, la peptone, certains produits de la sécrétion du foie exercent de ces actions tardives et durables. Les constatations de M. Charrin, en montrant que les changements de la nutrition que produisent les substances minérales peuvent aussi créer l'état réfractaire, font sortir de la spécificité et du mystère cette question de l'immunité.

Les nombreux et importants travaux que je viens de résumer ont déterminé votre Commission à décerner le prix Chaussier à M. **Charrin**.

PRIX BELLION.

(Commissaires : MM. Bouchard, Guyon, Lannelongue, Marey; Potain, rapporteur.)

La Commission propose à l'Académie de partager le prix entre :

D'une part : M. **Cestan**, pour son Livre sur la Thérapeutique des empyèmes, Livre où tous les détails de cette Thérapeutique très importante, très délicate, très disputée, sont exposés et discutés avec un très grand talent, une haute compétence et un véritable luxe de documents;

D'autre part : MM. **Crespin** et **Sergent**, pour leur Mémoire sur la fièvre typhoïde en Algérie, Mémoire dans lequel ces auteurs ont réuni un très grand nombre de documents nouveaux sur les caractères et la marche de cette maladie dans la population civile de l'Algérie, sur les causes de sa propagation et sur les mesures d'hygiène qui pourraient l'atténuer ou l'éteindre.

PRIX MÈGE.

(Commissaires : MM. Bouchard, Potain, Marey, Brouardel; Guyon, rapporteur.)

La suture intestinale, par MM. Félix Terrier *et* Marcel Baudoin.

Ce Livre a eu pour point de départ les leçons faites à la Faculté de Médecine, dans le semestre d'été 1898, par M. le Professeur **Félix Terrier**. Notre savant Collègue a pris et nous a donné la bonne habitude, depuis qu'il occupe la chaire de Médecine opératoire, de publier chaque année

ses leçons; il poursuit ainsi une œuvre de véritable Thérapeutique chirurgicale.

Le Volume qui a été présenté par les auteurs pour le prix Mège est avant tout un Livre d'Histoire. Il contient la description de la presque totalité des procédés connus et publiés de suture intestinale. On y trouve, à côté de la partie descriptive, un nombre considérable de figures. Les auteurs se sont efforcés, aussi bien pour le texte que pour les images qui aident la description, de toujours puiser, de façon directe, aux sources originales. Ils ont considéré que le dessin, lui aussi, avait droit au titre de document bibliographique et devait en offrir les garanties. Aussi ont-ils reproduit les figures mêmes des Publications originales. Ils ont ainsi réuni l'ensemble le plus complet de documents qui ait encore été publié, sur les procédés chirurgicaux successivement inventés pour toutes les solutions traumatiques ou opératoires de l'intestin.

Il n'est pas besoin de remarquer que, malgré qu'ils se soient astreints à l'ordre chronologique afin de rester historiens, les auteurs n'ont pas oublié que l'esprit critique est l'une des qualités essentielles du chirurgien; on sait comment le professeur de Médecine opératoire de notre Faculté sait apprécier, juger et appliquer les ressources de l'intervention chirurgicale. Mais nous ne voulons insister que sur le très grand intérêt que présente l'histoire détaillée d'un simple chapitre de Médecine opératoire, au point de vue de l'étude des causes qui ont retardé ou favorisé les progrès de la Médecine.

C'est, on le sait, pour favoriser les travaux de cet ordre, qu'a été fondé le prix Mège. Son auteur a désiré que son essai, qui ne comprend qu'un avant-propos et un assez court chapitre de prolégomènes consacré à l'exposé de la période préhippocratique, soit continué et complété. Il faudrait, pour le compléter, écrire l'histoire tout entière de la Médecine et de la Chirurgie, dénoncer les erreurs reconnues et mettre en leur place les vérités conquises. Mais il ne peut être plus utilement continué que par les œuvres où se trouvent représentées, avec tant d'autorité et de compétence, l'érudition la plus complète et la critique la mieux autorisée.

L'histoire de la suture intestinale montre, en effet, que les efforts tentés de tous temps pour la réparation des plaies de l'intestin, ne sont devenus effectifs que lorsque des notions physiologiques exactes ont nettement déterminé les conditions qui permettent la reprise très rapide des surfaces mises en rapport; c'est ainsi que peuvent être obtenus la fermeture immédiate des solutions de continuité, la complète incarcération et l'abandon

des fils dans le ventre. C'est grâce à ces conditions que l'on peut utiliser, pour cette Chirurgie à laquelle elle convient si bien, l'asepsie au lieu de l'antisepsie.

Votre Commission propose à l'Académie de décerner le prix Mège pour 1899 à MM. **Félix Terrier** et **Marcel Baudoin.**

PRIX LALLEMAND.

(Commissaires : MM. Bouchard, Potain, Ranvier, d'Arsonval; Marey, rapporteur.)

Le prix n'est pas décerné cette année. Une mention honorable est accordée à M. le Dr **Pierre Janet**, pour son Ouvrage intitulé : *L'Automatisme physiologique* et *Névroses et idées fixes.*

PRIX DU BARON LARREY.

(Commissaires : MM. Bouchard, Potain, Marey, Lannelogue; Guyon, rapporteur.)

Statistique, étiologie et prophylaxie de la Tuberculose dans l'armée;
par MM. les Drs Arnaud et Lafeuille.

Ce travail manuscrit s'appuie sur les statistiques recueillies de 1876 à 1895 par le Service de santé des armées; cette importante enquête accuse une augmentation sensible de la Tuberculose chez les soldats. Après avoir fait la part légitime qui revient dans cette constatation aux meilleures classifications et aux examens plus soigneux, qui permettent d'attribuer à la Tuberculose tout ce qui lui revient avec certitude, les Auteurs reconnaissent néanmoins sa réelle et rapide progression.

Leurs recherches, très étendues, très méthodiques et très soigneuses, portent sur l'évolution comparée de la Tuberculose chez les jeunes et chez les anciens soldats; sur l'évolution de la Pleurésie; sur l'influence des maladies infectieuses. Les Auteurs examinent l'influence de la contagion et celle des saisons sur la propagation de la tuberculose; ils font la part respective de la contagion et de la réinfection, et donnent un aperçu général de sa prophylaxie dans l'armée. Cette étude documentée les amène à conclure : que l'augmentation de la Tuberculose dans l'armée porte exclusivement sur les jeunes soldats; qu'elle est due à l'insuffisante sélection

faite par les Conseils de revision; que la Tuberculose évolue principalement sous l'influence des maladies infectieuses et des conditions inhérentes au service militaire; les Auteurs sont disposés à très peu incriminer la caserne. Ils terminent leur Mémoire en proposant les mesures prophylactiques qui visent à la fois le séjour à la caserne, et les conditions dans lesquelles s'opère le recrutement. Votre Commission propose à l'Académie de décerner le prix Larrey à MM. les Drs **Arnaud** et **Lafeuille**.

PHYSIOLOGIE.

PRIX MONTYON (PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE).

(Commissaires: MM. d'Arsonval, Bouchard, Chauveau, Ranvier; Marey, rapporteur.)

M. **Le Hello**, professeur au Haras du Pin, a présenté au concours des études sur le mécanisme de la locomotion du cheval. Les épures chronophotographiques des allures de cet animal lui avaient montré que les théories régnantes ne sont pas admissibles. Ainsi, le membre postérieur n'agit pas en s'allongeant par le redressement de ses angles; cet allongement ne serait efficace pour la propulsion de l'animal que si le pied à l'appui se trouvait en arrière de la verticale abaissée du centre de l'articulation de la hanche; dans le cas contraire, il ferait reculer le cheval; or les épures montrent qu'il n'en est pas ainsi.

L'auteur est arrivé à une conception nouvelle du rôle des divers groupes musculaires du membre postérieur; parmi eux, les muscles ischio-tibiaux ouvrent l'angle que forme en avant la cuisse avec le bassin. C'est l'ouverture de cet angle qui produit la propulsion à toutes les phases de l'appui du pied. Mais, dans ce mécanisme, la rigidité de la colonne vertébrale joue un rôle capital. Chargée par le poids du corps, cette colonne empêche le bassin de se relever lorsque s'ouvre l'angle coxofémoral; dès lors, cette ouverture ne peut se produire qu'en propulsant la masse du corps. Cette théorie explique pourquoi, si les vertèbres lombaires sont altérées dans leurs articulations et ont perdu leur rigidité, le cheval ne peut pas marcher. L'ouverture de l'angle produit un mouvement de bascule du bassin avec

flexion de la région lombaire dont les apophyses épineuses forment une saillie apparente, mais la propulsion est abolie.

Ce mécanisme un peu compliqué, M. Le Hello l'a rendu parfaitement clair au moyen d'une démonstration schématique. Une carcasse de métal dont les pièces articulées imitent grossièrement le squelette d'un cheval est munie de bandelettes de caoutchouc tendues et dont les attaches correspondent aux insertions des principaux groupes musculaires. Suivant qu'on enlève ou qu'on replace telle ou telle de ces bandelettes, on voit disparaître ou reparaître la fonction que M. Le Hello avait assignée au muscle d'où elle tient la place; c'est ainsi que peut se démontrer le rôle indispensable des ischio-tibiaux dans la propulsion. Enfin, la nécessité de la rigidité de la colonne vertébrale se démontre sur le schéma en rendant, à volonté, rigide ou flexible la région lombaire. Dans ce dernier cas, le rein forme un angle convexe en haut et la propulsion est supprimée.

La même méthode suivie par M. Le Hello lui a montré que les membres antérieurs ne sont pas de simples colonnes portantes comme on l'a cru longtemps, mais que ces organes servent aussi à la propulsion. Dans ce cas, l'effort propulsif est produit par le grand pectoral. Un schéma très démonstratif explique ce mécanisme d'une manière saisissante.

Votre Commission a pensé que ces importantes études de M. **Le Hello** devaient être récompensées par le prix de Physiologie.

Une mention honorable a été accordée à M. **Quinton** pour ses persévérantes études sur la *constance du milieu marin originel à travers la série animale*. L'auteur entend par là que l'origine de tous les animaux a été primitivement marine, et que les cellules organiques dont sont formés leurs tissus gardent la composition primitive; de sorte que les éléments dont elles sont formées renferment tous les sels qui entrent dans la composition de l'eau de mer. Il observe que la proportion de chacun de ces sels est la même pour l'eau de mer et pour les tissus organisés, si l'on excepte, bien entendu, les matières azotées qui leur sont propres.

PRIX LACAZE (Physiologie).

(Commissaires : MM. Marey, d'Arsonval, Bouchard, Duclaux, Ranvier, Potain, Milne-Edwards; A. Chauveau, rapporteur.)

La Commission décerne le prix à M. le professeur **Morat**, pour l'ensemble de ses travaux de Physiologie expérimentale.

Les plus importants de ces travaux sont ceux qu'il a exécutés sur le système nerveux, particulièrement sur le grand sympathique, en collaboration avec M. le professeur Dastre, auquel le prix Lacaze a été décerné il y a quatre ans.

Avant de parler de ces travaux, il importe d'en rappeler quelques autres, portant sur la Chimie physiologique et l'Électrophysiologie.

Signalons d'abord un travail, auquel M. Dastre a également collaboré, faisant connaître un caractère optique de la *lécithine* et où il est démontré que les dégénérescences dites *graisseuses* sont souvent des dégénérescences lécithiques.

Avec M. Dufourt, M. Morat a étudié la consommation du glycogène faite par les muscles pendant leur travail artificiellement provoqué. Par des dosages comparatifs de la glycose dans le sang artériel et le sang veineux il montre ensuite comment, dans les muscles épuisés de glycogène, la reconstitution de celui-ci s'effectue rapidement à l'aide de la glycose empruntée au sang.

Le progrès apporté, par M. Morat, en Électrophysiologie consiste en ceci :

Par l'auscultation du muscle et l'analyse myographique, on a montré la ressemblance de la contraction volontaire avec le tétanos physiologique et réciproquement. Néanmoins l'étude des phénomènes électriques du muscle montrait un certain désaccord dans les deux cas. Avec Toussaint, M. Morat a fait disparaître ce paradoxe, en précisant les circonstances dans lesquelles on amène les *phénomènes électriques* eux-mêmes à être semblables dans ces deux cas. L'Académie a honoré ce travail d'un prix Montyon (Physiologie expérimentale) en 1877, sur le Rapport de Cl. Bernard.

De la collaboration de M. Morat avec Toussaint est résulté un autre travail d'Électrophysiologie : les phénomènes de l'*électrotonus* dans l'excitation unipolaire. Nous le passons sous silence pour arriver de suite aux travaux qui ont eu pour objet la physiologie du système nerveux.

Ces travaux ont trait : *à la détermination et au classement méthodique des fonctions du grand sympathique, à la constitution de ce système de nerfs, à l'analyse des rapports fonctionnels de ses éléments constituants*. Ils débutent par une critique des méthodes employées pour la recherche des nerfs vaso-moteurs (constricteurs et dilatateurs). On y trouve un des premiers exemples de la méthode d'inscription autographique à l'étude de la contraction des muscles vasculaires, provoquée par excitation artificielle de leurs nerfs.

Les deux expériences suivantes sont les plus originales et les plus saisissantes des séries exécutées par les deux collaborateurs.

Ils excitent le sympathique cervical ou sympathique. Faite sur certains animaux, cette excitation provoque une dilatation vasculaire très intense de certaines régions de la tête : c'est donc que ce tronc nerveux contient des éléments dilatateurs des vaisseaux. Ce résultat, malgré les apparences, n'est nullement en contradiction avec ceux qui ont été constatés par Cl. Bernard sur le même sujet et le même objet. Il les complète tout au contraire. La fonction, en effet, n'appartient pas au tronc nerveux, mais à ses éléments composants. L'expérience de MM. Dastre et Morat, par sa réalisation facile, par ses effets évidents, par sa signification très nette, est devenue une expérience de cours. Grâce à la suivante, d'une exécution plus délicate, la question fait un pas de plus.

Chez d'autres animaux, les effets susdits s'obtiennent par l'excitation du sympathique thoracique. Mais ils changent de sens quand on excite le sympathique cervical. Le lieu qui correspond à cette inversion remarquable est la masse des ganglions situés à la base du cou, au niveau de l'entrée de la poitrine.

On peut conclure de ces constatations que le grand sympathique n'est pas un simple nerf, mais, comme les anatomistes en avaient le pressentiment, un *système de nerfs*. Des éléments antagonistes coexistent dans ses branches de distribution ou d'origine. Ces éléments convergent vers les masses ganglionnaires, qu'ils traversent depuis la chaîne vertébrale jusqu'aux plexus terminaux. Les masses ganglionnaires sont comme les points nodaux du système, et l'expérience les désigne comme ayant des fonctions importantes, de la nature de celles qui sont attribuées à la substance grise des masses nerveuses centrales.

Les nerfs vaso-dilatateurs sont, en somme, des *inhibiteurs vasculaires*. Le mot inhibition, ainsi qu'on sait, désigne simplement ce qu'on appelait autrefois les *phénomènes d'arrêt*. Le mot nouveau a fait fortune. Mais en s'appliquant à des phénomènes de plus en plus nombreux et souvent disparates, il perd sa signification première et jusqu'à sa raison d'être. Les expériences précédentes montrent qu'il faut l'entendre comme désignant des phénomènes avant tout nerveux, résultant d'un conflit d'éléments et localisés dans la substance grise ou ses équivalents des masses ganglionnaires.

Pendant que les uns étendaient l'inhibition outre mesure, les autres, par une conséquence logique de cette exagération, acceptaient le phéno-

mène, mais niaient l'existence de nerfs spéciaux à lui dévolus : tout nerf, pour eux, serait moteur ou inhibiteur, suivant les circonstances. Dans les travaux que nous analysons rapidement ici, il est démontré que cette manière de voir est insoutenable. Si, en effet, on excite un nerf, comme le pneumogastrique ou le sympathique, provoquant dans son champ de distribution des effets les uns moteurs, les autres inhibiteurs, ces effets ne sont pas successifs, mais simultanés. Bien plus, si l'on fait varier en série régulière les conditions d'intensité, de rythme, de durée et de sens du courant excitateur, on voit ces effets croître, atteindre un maximum, puis décroître parallèlement, mais en restant toujours inverses. Donc, il y a des nerfs qui, possédant toutes les propriétés générales des nerfs moteurs, s'en distinguent en ce qu'ils produisent le *repos*, là où les nerfs moteurs vrais produisent le mouvement. Donc, il y a des *nerfs inhibiteurs* spéciaux.

Pour l'anatomiste descripteur, le grand sympathique s'arrête en haut à la base du crâne et en arrière aux trous de conjugaison. Ce sont là des limites évidemment conventionnelles. Les travaux de MM. Dastre et Morat rattachent à ce système tous les éléments de même fonction qui sont contenus dans les nerfs craniens et auxquels les bouleversements embryologiques de cette région ont valu de porter des noms particuliers, notamment les éléments contenus dans le pneumogastrique (moyen sympathique) et dans le facial (petit sympathique des anciens). Quant à la question, longtemps controversée, des origines du système, origines que les anciens, avec Bichat, plaçaient de préférence dans les ganglions, et les modernes, avec Schiff, de préférence dans la moelle épinière, M. Morat montre, par la *méthode des dégénérations,* que cette alternative ne se pose pas.

Formé de pièces juxtaposées en même temps que superposées, ce système, pas plus, du reste, que les autres, ne possède une origine unique, mais autant d'origines qu'il compte d'éléments, ou, pour employer le mot nouveau, de neurones. De ces neurones, les uns commencent dans la moelle épinière et vont plonger leurs extrémités dans un des ganglions, soit de la chaîne vertébrale, soit de la périphérie; les autres commencent dans ces ganglions et vont jusqu'aux organes.

Le grand sympathique est de la sorte comparable à une *moelle dissociée et éparpillée* dans les organes et les tissus. Les noyaux moteurs sont des ganglions. De ceux-ci partent des fibres allant aux viscères, aux glandes, aux vaisseaux. A ces ganglions aboutissent des fibres de projection venues de la moelle épinière et comparables à celles qui, de l'écorce cérébrale,

descendent le long de l'axe gris de la moelle pour le rejoindre à des niveaux différents.

Toutes ces études sont complétées par celle des poisons particuliers du grand sympathique. Ce sont des alcaloïdes dont l'atropine et la pilocarpine représentent les deux types les mieux définis. Ces deux substances troublent puissamment, mais en sens inverse, les mouvements de l'iris, du cœur, des viscères et la sécrétion des glandes. Il est montré qu'elles agissent sur les éléments, les uns moteurs, les autres inhibiteurs, contenus dans le grand sympathique; comme les méthodes usuelles de section et d'excitation, elles constituent un moyen de déceler l'antagonisme fonctionnel des éléments. En d'autres termes, *l'antagonisme des effets observés réside non dans les substances administrées, mais dans les éléments nerveux affectés par elles*. L'antagonisme est de nature physiologique et non chimique.

Parmi les fonctions particulières assez nombreuses du grand sympathique, M. Morat en a fait connaître plusieurs. Indépendamment de la fonction vaso-dilatatrice, il a établi, avec M. Doyon, l'existence d'une fonction accommodatrice, pour la vision éloignée, en étendant au muscle ciliaire l'action inhibitrice exercée par le cordon cervical sur le muscle irien.

D'autre part, il a étudié, avec M. Dufourt, les nerfs qui gouvernent la formation de la glycose dans le foie et indiqué les arguments qui permettent de les considérer comme étant indépendants des nerfs vaso-moteurs de l'organe.

Enfin, en appliquant la méthode graphique à l'étude des mouvements de l'estomac, M. **Morat** a montré, à côté des nerfs moteurs, les nerfs inhibiteurs de la membrane charnue de ce viscère.

PRIX POURAT.

(Commissaires : MM. Chauveau, d'Arsonval, Ranvier, Bouchard; Marey, rapporteur.)

La question proposée était la suivante : *Les caractères spécifiques de la contraction musculaire dans la série animale*.

Un Mémoire anonyme a attiré l'attention de la Commission; il a pour objet l'étude de la contraction musculaire principalement dans la phase embryonnaire et la comparaison de ses caractères avec ceux qu'on observe chez l'adulte.

L'auteur a cherché d'abord à vérifier une affirmation de Preyer, à savoir que des mouvements volontaires s'observent chez l'embryon à une époque où les muscles ne réagissent pas encore aux excitations électriques. Il a vu qu'à cette phase existent des mouvements spontanés, rythmés, auxquels on ne peut assigner le caractère de mouvements volontaires, attendu que le système nerveux n'est pas encore formé, que ces mouvements peuvent être provoqués parfois par les excitations électriques, mais que leurs caractères ne répondent ni à l'intensité, ni à la fréquence des excitations. A cette époque, le muscle n'est encore formé que de protoplasma; lorsque les fibrilles y apparaissent, les réactions ordinaires du muscle aux excitations viennent interférer d'abord avec les mouvements spontanés, puis se substituer à eux quand le muscle a acquis sa structure définitive.

Toutefois, dans cette période précoce de la vie embryonnaire, les secousses musculaires sont faibles et prolongées, la période d'excitation latente est longue et, chose curieuse, ni l'amplitude des secousses, ni la durée de l'excitation latente ne sont modifiées par les variations de la température. A une phase plus avancée, au contraire, les variations de la température produisent sur les caractères de la secousse les effets bien connus qu'on observe sur les muscles de l'animal adulte.

Dans ces expériences, la mesure des températures a été faite avec le plus grand soin, les réactions musculaires ont été inscrites au myographe; enfin, toutes les fois que cela a été possible, le fœtus a été maintenu en relation avec le placenta maternel.

Frappée du soin apporté dans ces études expérimentales, votre Commission a pensé qu'elles jugeaient une question encore peu connue des caractères de la contraction musculaire aux différentes époques de la vie embryonnaire, et elle a décerné le prix Pourat à leurs auteurs, qui sont MM. **Weiss** et **Carvalho**.

PRIX PHILIPEAUX.

(Commissaires : MM. d'Arsonval, Marey, Bouchard, Ranvier; Chauveau, rapporteur.)

Le prix n'est pas décerné.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE.

PRIX GAY.

(Commissaires : MM. Milne-Edwards, de Lacaze-Duthiers, Filhol, Blanchard ; Edm. Perrier, rapporteur.)

L'Académie avait mis au concours, pour le prix Gay, l'*Étude des Mollusques nus de la Méditerranée; leur comparaison avec ceux des côtes océaniques françaises*. Les beaux Mémoires que, depuis 1877, M. **Albert Vayssière** a publiés sur ce sujet répondent admirablement à ce programme.

C'est d'abord la description d'un élégant Nudibranche, voisin des *Tritonia*, qu'il dédie à son maître, M. Marion, professeur à la Faculté des Sciences de Marseille et qu'il dénomme *Marionia Berghii* (¹). Viennent ensuite de très précises *Recherches anatomiques sur les Mollusques de la famille des Bullidæ* (²), qui servent au jeune naturaliste de thèse de doctorat et où est décrite avec de grands détails l'organisation des *Gastropteron*, *Doridium*, *Philine*, *Scaphander*, *Haminea*. En 1887, dans les *Annales du Musée d'Histoire naturelle de Marseille*, M. Vayssière commence la publication de ses *Recherches zoologiques et anatomiques sur les Opisthobranches du golfe de Marseille;* dans ce Recueil paraissent successivement ses études et ses découvertes sur les Tectibranches (Actæonidæ, Bullidæ, Scaphandridæ, Philinidæ, Gastropteridæ, Doridiidæ, Aplysidæ, Oxynoeidæ, Peltidæ, Pleurobranchidæ, Umbrellidæ); en 1889, celles sur les Nudibranches; enfin, dans les *Annales des Sciences naturelles* (³), une *Monographie de la famille des Pleurobranchidés,* qui contient la revision et la description de toutes les espèces de cette famille. C'est là un ensemble de travaux considérables, tous orientés dans le même sens et dans lesquels M. Albert Vayssière s'est montré tour à tour anatomiste habile, zoologiste érudit et critique très avisé. De nombreuses et belles figures font connaître le détail de l'organisation des animaux qu'il décrit et représentent la configuration extérieure et la couleur des espèces nouvelles. Grâce à ces travaux, on peut dire que

---

(¹) *Comptes rendus*, 1877, et *Journal de Conchyliologie*, 1879.
(²) *Annales des Sciences naturelles;* 1879-1880.
(³) 8ᵉ série, t. VIII.

M. Vayssière tient, parmi les zoologistes français, la place éminente que Rudolph Bergh occupe depuis si longtemps parmi les zoologistes danois et qui lui ont valu le titre de Correspondant étranger dont l'Académie des Sciences est si ménagère.

L'Académie, en récompensant M. **Albert Vayssière**, aura témoigné de son estime pour les études que rien ne décourage, de l'intérêt qu'elle porte aux savants laborieux qui ne s'arrêtent qu'après avoir épuisé les sujets qu'ils ont choisis.

PRIX GÉNÉRAUX.

MÉDAILLE ARAGO.

L'Académie a décerné la Médaille Arago à Sir **George-Gabriel Stokes**, à l'occasion de son Jubilé, célébré à Cambridge les 1er et 2 juin dernier, pour fêter la cinquantième année de son professorat à la chaire lucasienne de l'Université. (*Comptes rendus*, 12 juin 1899.)

PRIX MONTYON (ARTS INSALUBRES).

(Commissaires : MM. Brouardel, Armand Gautier, Schlœsing, Troost; Moissan, rapporteur.)

Le prix est décerné à M. **E. Collin**.

Une mention est accordée à M. **Paul Razous**.

Parmi les nombreux travaux qui lui ont été soumis, votre Commission n'en a retenu que deux. Le premier est dû à M. **Collin**; il a pour titre : *Étude microscopique des aliments d'origine végétale;* le second nous est présenté par M. **Paul Razous**, Inspecteur départemental du travail; il traite *De l'assainissement des ateliers industriels.*

Parmi les questions qui intéressent au plus haut degré l'hygiène publique,

il faut citer celle qui concerne la pureté des substances alimentaires. Indépendamment des altérations spontanées qu'elles peuvent éprouver, ces substances subissent dans leurs pays d'origine et d'importation de nombreuses falsifications qui, sans être toujours directement nuisibles à la santé, atténuent leurs qualités alimentaires et diminuent leur valeur commerciale.

Il est assez facile de constater la pureté et la qualité des substances alimentaires quand elles sont constituées par des organes entiers, tels que des feuilles, des graines et des fruits. L'examen et la comparaison de leurs caractères extérieurs fournissent la plupart du temps des moyens de vérification assez précis. Il n'en est plus de même quand ces substances ont subi une préparation ou sont offertes sous un état de division qui facilite singulièrement leur mélange avec d'autres produits; c'est ce qui se présente pour la plupart des aliments végétaux tels que les farines, le thé, le cacao et les épices, qui sont l'objet de falsifications aussi nombreuses que variées.

Pendant longtemps on a demandé à la Chimie la solution de ce problème délicat; mais, si cette Science nous permet de déterminer parfaitement la composition des aliments liquides, tels que le vin, la bière, le lait et les huiles; si elle conduit facilement à la découverte des substances minérales et organiques qui peuvent avoir été introduites frauduleusement dans les aliments, elle ne peut donner que des indications vagues pour l'étude des aliments végétaux réduits en poudre et des produits si variés qui servent à les adultérer.

Depuis plusieurs années déjà des procédés d'investigation plus parfaits ont été utilisés. Les résultats importants qui ont été obtenus établissent nettement que l'examen microscopique permet de constater rapidement et sûrement la pureté et la qualité des aliments végétaux, de déterminer la nature des altérations et des falsifications qu'ils ont subies, et de fixer même, jusqu'à un certain point, la proportion des éléments étrangers.

Cette méthode, adoptée d'abord en Allemagne, où elle a suscité la publication d'Ouvrages très importants, a été longtemps négligée en France. Dans diverses Communications présentées au Conseil d'hygiène de la Meuse, dans de nombreux Mémoires publiés depuis l'année 1874 dans les journaux français et étrangers, M. Collin a démontré par des découvertes intéressantes l'utilité du microscope pour l'analyse des denrées alimentaires. Depuis cette époque, il n'a cessé de s'occuper spécialement de cette

question si intéressante, et c'est le résultat de ses longues et patientes observations qu'il a réuni dans le Mémoire qu'il a l'honneur de présenter aux suffrages de l'Académie.

Dans ce Mémoire, absolument personnel et très complet, M. Collin embrasse l'étude anatomique de tous les aliments végétaux ainsi que la recherche des altérations et des falsifications qu'ils peuvent subir.

L'auteur y étudie successivement :

1° Les aliments féculents (céréales, farines, fécules exotiques, pain, pommes de terre);

2° Les aliments stimulants, tels que le thé, le café, le cacao, le chocolat;

3° Toute la série des condiments (poivre, piment, anis, girofles, vanille);

4° Les herbes fraîches;

5° Les conserves végétales;

6° Les confitures et gelées de fruits.

Après avoir examiné la structure interne des substances alimentaires quand elles sont entières, M. Collin s'attache à étudier spécialement les particularités différentes qui caractérisent leurs éléments anatomiques quand ils sont divisés ou séparés les uns des autres. La connaissance de ces particularités est indispensable pour constater la pureté et la qualité des substances alimentaires réduites en poudre. Appliqué à l'étude des farines de céréales, cet examen constitue une méthode d'expérimentation dont M. Collin a pu faire ressortir tous les avantages dans les nombreuses expertises de farine qu'il a exécutées pour le Ministère du Commerce.

Après avoir étudié la structure intime des substances alimentaires, M. Collin applique la même méthode d'observation à chacun des produits avec lesquels on les mélange dans un but de spéculation frauduleuse. Il a reproduit toutes les falsifications qui ont été signalées, tant en France qu'à l'étranger, et il décrit tous les caractères que présentent ces produits quand ils sont entiers et quand ils sont pulvérisés. Chaque description est accompagnée de nombreux dessins originaux dessinés par l'auteur.

Les observations consignées dans le Mémoire de M. Collin n'ont pas seulement un intérêt pratique. Par le grand nombre et la variété des substances qui ont été observées et décrites, ce Mémoire constitue un ensemble de documents dont on ne peut nier l'intérêt scientifique, surtout si l'on se place au point de vue de l'Anatomie comparée des végétaux.

Le travail de M. **Paul Razous** ne comporte pas de recherches personnelles. L'auteur a visité de nombreuses usines et il passe en revue les

conditions dans lesquelles se produisent, dans l'industrie, les poussières, les gaz, les vapeurs et les buées. Il indique dans chaque cas particulier comment on peut arriver à l'assainissement des ateliers. Son Mémoire renferme des exemples nombreux et intéressants.

Votre Commission vous propose de décerner le prix Montyon (Arts insalubres) à M. **Collin** et une mention très honorable à M. **Paul Razous**.

Ces conclusions sont adoptées.

PRIX TRÉMONT.

(Commissaires : MM. J. Bertrand, Berthelot, Maurice Lévy, Sarrau; Cornu, rapporteur.)

La Commission décerne le prix à M. **Louis Ducos du Hauron**, l'un des inventeurs de la Photographie des couleurs par la méthode des images colorées superposées (procédé trichrome), qui a publié son invention dès 1868 en même temps que Charles Cros et indépendamment de ce dernier. Ce procédé est devenu la source d'une industrie très répandue par suite de perfectionnements techniques et artistiques sans que l'inventeur ait tiré aucun profit de son ingénieuse conception.

PRIX GEGNER.

(Commissaires : MM. Joseph Bertrand, Berthelot, Darboux, Hermite; Mascart, rapporteur.)

Le prix est décerné à M. **Vaschy** (**Aimé**).

PRIX PETIT D'ORMOY (SCIENCES MATHÉMATIQUES).

(Commissaires : MM. Poincaré, Picard, Jordan, Hermite; Darboux, rapporteur.)

Le prix est décerné à M. **Moutard**, pour l'ensemble de ses travaux relatifs à l'Analyse et à la Géométrie.

PRIX PETIT D'ORMOY (SCIENCES PHYSIQUES).

(Commissaires : MM. Milne-Edwards, Van Tieghem, Bornet, Blanchard; Edm. Perrier, rapporteur.)

La Commission propose de donner le prix Petit d'Ormoy à M. **Alfred Giard.**

Le prix Petit d'Ormoy, en raison de sa valeur (*dix mille francs*), est de ceux que l'Académie réserve d'habitude, soit à une découverte exceptionnelle, soit à un effort particulièrement méritoire, soit à une carrière d'incessant et utile labeur. Il y a souvent dans les plus retentissantes découvertes une part importante d'heureux hasards : un souffle généreux, qui passe et s'éteint, peut provoquer un effort qui étonne par sa puissance, mais ne se renouvelle pas; la volonté continue qui préside à une existence dont tous les instants sont employés à la poursuite d'un but élevé, dont toutes les forces sont constamment tendues vers la réalisation d'un même idéal, une telle volonté est peut-être ce qu'il y a de plus méritoire dans un homme de science. Elle s'est rencontrée à un haut degré dans l'œuvre de M. **Alfred Giard**, professeur d'Embryogénie comparée à la Sorbonne, et c'est ce qui a décidé votre Commission à le désigner à l'Académie pour l'un de ses plus beaux prix.

Tout enfant, M. Giard s'est voué à l'étude des Sciences naturelles. Herborisant ou recueillant des Insectes dans la campagne, il s'est familiarisé de bonne heure avec les formes extérieures des êtres vivants qui sont comme l'alphabet d'une langue dont il devait plus tard chercher à pénétrer tous les secrets. Ainsi pourvu de connaissances préliminaires que l'on ne soupçonnait pas alors au collège et qu'on n'y soupçonne pas beaucoup plus aujourd'hui, il entrait en 1867 à l'École Normale supérieure, où l'on ne songeait pas davantage à faire des naturalistes inutilisables dans les lycées, mais où le large esprit de Pasteur visant le développement intégral des facultés de ses élèves avait constitué, avec MM. Delesse, van Tieghem et de Lacaze-Duthiers, un puissant enseignement des Sciences naturelles. M. Giard se laissa facilement enthousiasmer pour la Zoologie par un maître dont les leçons étaient pour son jeune et vibrant auditoire des surprises toujours renouvelées, et ont laissé de telles traces que six des

élèves de cette école de mathématiciens et de physiciens professent aujourd'hui les Sciences naturelles à la Sorbonne ou au Muséum. Sans se préoccuper d'acquérir le titre professionnel d'agrégé pour lequel, en 1870, il avait été impossible d'ouvrir un concours, M. Giard, à peine remis des douloureuses émotions de la guerre allemande, alla s'enfermer à Roscoff, où aucun laboratoire n'existait encore; il y passa l'hiver et en revint avec une thèse, ouvrage de début qui a eu la rare fortune de demeurer classique.

Nous ne saurions, dans ce Rapport, suivre le jeune docteur partout où l'a conduit depuis un esprit d'observation toujours en éveil, s'arrêtant devant les sujets les plus variés, aussi bien en Botanique qu'en Zoologie, scrutant les squares de Paris aussi bien que les bois des environs de Valenciennes ou bien encore explorant toutes les grèves de notre littoral. Nous chercherons principalement à exposer celles de ses études qui ont été longtemps maintenues dans une même direction, ont révélé ou coordonné des ensembles de faits de quelque étendue et ont marqué un progrès incontesté dans nos connaissances zoologiques. Ces recherches sont relatives aux Ascidies composées, au parasitisme, à la castration parasitaire et aux variations qu'est susceptible de présenter le développement embryogénique des animaux d'un même groupe.

On appelle *Ascidies* des animaux marins, de structure assez complexe, mais qui se présentent sous l'aspect de sacs irréguliers, de consistance cartilagineuse, livrant passage à deux tubes régulièrement découpés sur leurs bords et qu'on nomme les *siphons*. Dans l'un de ces siphons s'engage un courant d'eau qui apporte à l'animal des aliments et de l'oxygène, filtre au travers de parois d'un sac en forme de trémie qui constitue la branchie, pénètre dans un espace péribranchial communiquant avec l'autre siphon, et sort par ce dernier, en entraînant les excréments et les éléments génitaux qui se déversent naturellement eux-mêmes dans l'espace péribranchial. Parmi les Ascidies, il en est de volumineuses qui vivent à l'état solitaire ; de petites, qui jouissent d'ordinaire de la faculté de bourgeonner et forment alors des colonies généralement incrustantes, ornées des plus vives couleurs. Ce sont ces Ascidies coloniales qui portent, depuis Henri Milne-Edwards, le nom d'*Ascidies composées*. Les recherches de M. Giard sur ces animaux remontent à environ vingt-cinq ans ([1]). A ce moment, une révolution complète venait de s'accomplir dans les idées des zoologistes relati-

---

([1]) A. Giard, *Recherches sur les Ascidies composées ou Synascidies* (*Archives de Zoologie expérimentale*, t. I, 1872).

vement aux Ascidies; on les avait longtemps considérées comme apparentées aux Mollusques; les recherches embryogéniques de Kowalevsky établirent, au contraire, que les larves, en forme de têtard, des Ascidies présentaient, dans leur mode de développement et jusque dans leur organisation, d'étroites ressemblances avec les embryons des Vertébrés les plus inférieurs et notamment avec celui de l'*Amphioxus*. Les Ascidies semblaient donc le pont si longtemps cherché entre les Vertébrés et les Invertébrés. Toutefois, à ce moment même, la découverte par notre éminent Confrère, M. de Lacaze-Duthiers, d'un mode de développement exclusif du têtard chez certaines Ascidies de la famille des Molgulidées, semblait enlever une grande partie de leur valeur théorique aux observations de Kowalevsky, puisque la forme larvaire sur laquelle elles portaient pouvait indifféremment être réalisée ou faire défaut. M. Giard montra que, dans la famille même des Molgulidées [1], l'absence de têtard n'est pas générale. Il y a deux groupes de Molgulidées : les unes vivent, comme les autres Ascidies, fixées aux pierres ou aux algues; les autres, fixées seulement à de menus objets, semblent libres dans le sable et mènent, par suite, un genre de vie tout à fait exceptionnel chez les Ascidies. Les Molgulidées libres sont seules dépourvues de têtard, et l'absence apparente de ce dernier n'est que le résultat d'un mode de développement plus rapide que le mode normal. Les Ascidies ordinaires vivent d'abord libres sous forme d'un têtard qui nage avec sa queue; le têtard se fixe plus tard par sa région antérieure et subit ensuite une importante métamorphose au cours de laquelle sa queue est résorbée; la jeune Molgule se métamorphose, pour ainsi dire, en même temps qu'elle se développe, et sa queue se constitue *d'emblée* à l'état où l'amène d'habitude sa régression. C'est ce que M. Giard appelle un *développement condensé*. Grâce à cette ingénieuse interprétation, les observations de Kowalevsky et celles de M. de Lacaze-Duthiers, en apparence contradictoires, pouvaient être facilement synthétisées.

Tout en se livrant à ces recherches sur les Ascidies simples, M. Giard rassemblait les matériaux d'une monographie des Ascidies composées de nos côtes de Bretagne, longtemps demeurée la plus complète des monographies consacrées à ce groupe d'animaux. Dans ce travail, sa thèse de doctorat, toutes les espèces d'Ascidies composées des côtes de Bretagne sont étudiées aussi soigneusement qu'on pouvait alors le faire; un grand

(1) A. Giard, *Étude critique des travaux d'Embryologie relatifs à la parenté des Vertébrés et des Tuniciers* (*Archives de Zoologie expérimentale*, t. I, 1872).

nombre de renseignements sont recueillis sur leur habitat, leurs variations sous l'influence des agents extérieurs, leur alimentation, leurs parasites, de manière à préparer une sorte de vérification expérimentale de la doctrine alors fort contestée de la descendance. Un grand nombre d'espèces inconnues jusque-là sont décrites; des genres nouveaux sont constitués, d'autres mieux définis, et l'ensemble des genres est disposé en un arbre généalogique provisoire qui met nettement en relief leurs affinités naturelles. Mais il ne s'agit pas ici d'une monographie purement taxonomique; M. Giard étudie aussi l'organisation des Ascidies composées, découvre notamment un organe glandulaire spécial en rapport avec leur tube digestif; il décrit leur développement, suit la formation de leurs colonies, cherche à déterminer les influences que le milieu extérieur peut exercer sur elles et se trouve ainsi amené à faire connaître leurs commensaux et leurs parasites; il signale déjà quelques modifications que la présence des parasites apporte à la forme des colonies des Synascidies.

C'est le prélude des fécondes recherches que M. Giard ne tardera pas à effectuer sur les parasites. Le parasitisme, sous toutes les formes qu'il revêt, soit dans le Règne animal, soit dans le Règne végétal, a vivement excité son intérêt, en raison surtout des modifications qu'il imprime soit au parasite, soit à son hôte, des singulières métamorphoses ou des migrations étonnantes qu'il provoque et qui sont susceptibles d'éclairer d'un jour nouveau le problème de l'origine et de la raison d'être des formes animales.

Chez les Échinodermes, M. Giard découvre d'abord une classe nouvelle de parasites, les Orthonectidés, êtres vermiformes, ciliés, mais d'une organisation tellement simplifiée, que quelques auteurs ont créé pour eux et les Dicyémidés, parasites des Seiches, une division primordiale du Règne animal, la division des Mésozoaires, intermédiaire entre celle des animaux unicellulaires ou Protozoaires et celle des animaux pluricellulaires ou Métazoaires. La complication remarquable du mode de reproduction des Dicyémidés et des Orthonectidés témoigne, comme le fait observer avec raison M. Giard, qu'il ne s'agit pas ici d'un groupe primitif du Règne animal, mais bien d'êtres dégradés par le parasitisme et appartenant vraisemblablement au sous-embranchement des Vers plats.

C'est à ce même sous-embranchement qu'appartient un autre parasite, jusqu'ici unique dans son genre, découvert à Fécamp par M. Giard et auquel il a donné le nom de *Fecampia*. Sur plusieurs points du littoral de la

Manche on trouve en abondance, sur les grandes algues du genre *Cystosira* ou sous les pierres, de petits sacs blancs, effilés à une extrémité, qui laissent écouler quand on les écrase une matière jaunâtre. Ces sacs étaient demeurés longtemps problématiques. Un jour, dans un de ces Crabes communs qu'il a ouverts par milliers pour en recueillir les parasites, M. Giard observe, au voisinage du cœur, une sorte de ver semblable à une larve de Mouche; il l'isole dans de petits cristallisoirs. L'animal se met à nager d'une façon caractéristique, propre aux Vers plats de la classe des Planaires, puis il se fixe et file une sorte de cocon où il effectue sa ponte. L'explication des singuliers sacs de Fécamp était trouvée. La *Fecampia* est le premier exemple d'une Planaire parasite dans le jeune âge et qui recouvre ensuite sa liberté.

Le plus grand nombre des parasites des animaux marins appartient à la classe des Crustacés. M. Giard s'est surtout attaché à l'étude de ceux qui sont parasites d'autres Crustacés, et il en a trouvé qui, redoublant en quelque sorte ce genre de parasitisme, sont parasites de Crustacés eux-mêmes parasites sur des Crustacés.

L'*Aspidœcia Normani*, par exemple, est un Crustacé copépode, qui vit sur l'*Aspidophryxus peltatus*, Crustacé isopode, parasite lui-même d'un Crustacé schizopode, l'*Erythrops microphtalma*. Ici le parasitisme est pour ainsi dire *descendant*, le parasite appartenant à un ordre inférieur à celui dans lequel se classe son hôte; mais il peut être aussi *isograde* — les *Cabirops*, Crustacés isopodes, sont en effet des parasites spéciaux d'autres Isopodes; ou même *ascendant*, comme c'est le cas pour les *Microniscus* et les *Cryptoniscus*, Crustacés isopodes, parasites respectivement des Copépodes et des Cirripèdes.

Le Crabe commun porte fréquemment sous son abdomen un gros parasite que les pêcheurs prennent pour ses œufs; c'est une sorte de Cirripède dégradé, la Sacculine; comme les autres Cirripèdes, les Sacculines sont parasitées par des *Cryptoniscus*. Or, MM. Giard et Bonnier ont constaté que les espèces de Crabes susceptibles d'être attaquées par des Sacculines étaient presque toujours susceptibles aussi d'être parasitées par quelque Crustacé isopode, appartenant à la singulière tribu des *Entoniscinæ*. Précisément les *Entoniscus*, dont les femelles étrangement déformées se substituent, pour ainsi dire, aux organes génitaux des Crabes qu'elles habitent, traversent une phase de développement où ils sont presque identiques aux *Cryptoniscus*. MM. Giard et Bonnier en concluent que les *Entoniscus* ne sont que des *Cryptoniscus* qui auraient passé de la Sacculine sur le Crabe qui

la portait, seraient devenus des parasites presque internes et se seraient profondément modifiés, en raison de leur mode nouveau d'existence. Il y a là toute une méthode de reconstitution du passé des parasites qui a été appliquée par MM. Giard et Bonnier à la filiation des formes nombreuses qui constituent la famille des *Bopyridæ* ou *Epicarides*.

Les Épicarides se développent, en effet, comme s'ils descendaient d'une forme ancestrale voisine des *Microniscus* et qui aurait donné successivement les *Phryxus* et les *Bopyrus*, tandis que les *Phryxus* auraient eu pour descendants, d'une part les *Dajus*, d'autre part les *Cryptoniscus* et les *Entoniscus*. Cette filiation une fois établie, il devient possible de suivre méthodiquement les modifications imprimées à un organisme par le parasitisme à mesure que ce dernier devient de plus en plus profond.

Si le parasitisme modifie l'être qui le pratique, la présence de celui-ci n'est pas sans altérer aussi, dans une certaine mesure, l'hôte qui l'héberge. En 1881, l'auteur de ce rapport [1] exprimait déjà l'idée que le parasite et son hôte sont soumis, comme les parties d'un même corps, à la *loi des adaptations réciproques*, et, se basant sur une observation d'Allman, faisait remarquer que le développement précoce des œufs peut amener chez certains Polypes hydraires des phénomènes d'arrêt de développement analogues à ceux que provoque la présence d'un parasite. En 1884, M. J. Perez, professeur à la Faculté des Sciences de Bordeaux, étudiait avec un soin remarquable les modifications que produisent sur les Abeilles solitaires du genre Andrène les Insectes parasites du genre *Stylops*, qui déterminent chez elles une vériable castration. En 1886, M. Giard fit des observations analogues sur les Crabes affectés de Sacculine; il montra que la présence de ce parasite causait la stérilité du Crabe attaqué et que cette *castration parasitaire*, tout comme la castration chirurgicale, entraînait avec elle une modification plus ou moins profonde des caractères sexuels extérieurs de l'animal. Depuis cette époque, M. Giard n'a cessé de rechercher par lui-même ou de recueillir les faits de castration parasitaire existant déjà dans la science. Coordonnant tous ces faits, étendant beaucoup la signification de cette expression *castration parasitaire*, M. Giard s'est efforcé de codifier, en quelque sorte, les lois de l'adaptation réciproque des parasites et de leur hôte.

L'étude des parasites est d'ailleurs féconde en résultats dont les uns ont

---

(1) Edmond Perrier, *Les colonies animales et la formation des organismes*, p. 234 et 710.

une portée théorique, les autres une importance pratique. C'est ainsi que, parmi les Épicarides, M. Giard a constaté une singulière évolution de l'appareil génital : l'animal, d'abord exclusivement mâle, devient ensuite hermaphrodite, puis exclusivement femelle. On soupçonnait déjà des faits analogues chez certains Mollusques, l'Huître comestible par exemple, pour laquelle cette *protandrie* est aujourd'hui complètement confirmée; elle a été retrouvée chez des Vers, tels que les Myzostomes ou la célèbre *Ophriotrocha puerilis*, et même chez un Vertébré parasite des Morues et voisin des Lamproies, la Myxine. Il y a d'ailleurs des raisons théoriques de penser que, sauf de rares exceptions qu'il faudrait examiner de près, les éléments mâles sont toujours ceux qui se développent les premiers chez les animaux hermaphrodites.

Dans une tout autre direction, suivant l'exemple donné par les naturalistes étrangers, M. Giard a cherché à s'opposer aux ravages que divers Insectes font dans nos cultures en infestant ces Insectes de Champignons ou de Bactéries pouvant provoquer chez eux des épidémies exterminatrices. Un Champignon, l'*Isaria densa*, paraît susceptible de restreindre ainsi les déprédations des Hannetons. Si les résultats de ces recherches ne sont pas encore entrés d'une manière courante et efficace dans les pratiques agricoles, ils n'en ont pas moins attiré l'attention des cultivateurs sur le bénéfice qu'on en pourrait tirer, le cas échéant, et, en les poursuivant, leur auteur a saisi l'occasion de faire connaître un certain nombre de végétaux entomobies nouveaux.

Ces études ont naturellement marché de pair avec d'autres relatives aux Insectes parasites des végétaux et aux Insectes parasites d'autres Insectes.

Là encore M. Giard s'est montré entomologiste avisé; il a eu la bonne fortune de découvrir un certain nombre de formes nouvelles de Cochenilles, de Cécidomyides et d'Hyménoptères entomophages.

En 1897, M. Giard a été l'un des lauréats du prix Serres; un Rapport imprimé à cette époque, suivant l'usage, dans le Compte rendu de notre séance publique annuelle, précise le rôle qu'il a joué comme embryogéniste; on me pardonnera de ne pas m'étendre sur ce sujet. Parmi les Mémoires embryogéniques publiés par M. Giard, je signalerai cependant ses recherches sur le développement d'une Annélide tubicole, la *Salmacina Dysteri*, et celles qu'il a consacrées à un Mollusque qui broute les Ascidies composées, la *Lamellaria perspicua*. Ces recherches conduites simultanément, comme celles de Kowalevsky, sur l'*Amphioxus* et les Ascidies, ont permis à leur auteur de confirmer les idées qui avaient déjà cours sur

la parenté des Mollusques et des Vers. Mais c'est dans une autre direction que l'action de M. Giard s'est principalement fait sentir. Il a surtout fait servir l'expérience qu'il a acquise des processus embryogéniques à la coordination de ces processus, à leur groupement en catégories, et il a fait de grands efforts pour en dégager toutes les conséquences. Les conditions de la parthénogénèse ou génération sans fécondation préalable, les modifications que le développement embryogénique est susceptible de présenter dans des formes voisines, celles même qu'il peut présenter dans une espèce donnée quand les circonstances extérieures viennent à changer, ont été ainsi plus vigoureusement mises en relief. En voici un frappant exemple.

On trouve sur nos côtes un Crustacé, à peine différent de la Crevette ordinaire, mais qui a la remarquable faculté de vivre aussi bien dans les eaux douces que dans les eaux saumâtres et dans la mer; c'est le *Palæmonetes varians*. Avec Walter Faxon, Mayer, Boas, M. Giard a contribué à établir que, dans la mer, le *Palæmonetes* se développe à la façon de la Crevette ordinaire, en présentant, à l'état de liberté, des transformations compliquées; dans les eaux douces, il subit à la façon des Écrevisses, sous les enveloppes de l'œuf devenu très gros, les plus importantes de ses transformations, de sorte qu'il éclôt avec une forme peu différente de sa forme définitive. De ce fait et d'autres analogues, qui constituent ce qu'il nomme la *pœcilogonie*, M. Giard a tiré habilement parti pour montrer comment ont pu être réalisés des développements plus ou moins rapides chez des formes voisines, confinées dans des conditions d'existence plus ou moins favorables; pour montrer aussi avec quelle prudence il faut user des ressemblances ou des différences des formes larvaires, quand on veut apprécier les affinités des animaux adultes.

Au reste, les services généraux rendus à l'Embryogénie par M. Giard ont reçu une importante consécration. Ils ont été pour beaucoup dans la création à la Sorbonne, par le Conseil municipal de Paris, d'une Chaire de l'Évolution des êtres organisés, qui lui a été attribuée sans conteste. Auparavant, M. Giard s'était acquis une juste notoriété par le nombre d'élèves qu'il a formés à Lille, par la création du laboratoire maritime de Wimereux, et par l'impulsion qu'il a su donner à un Recueil local devenu, sous sa direction, une de nos plus importantes publications périodiques d'Histoire naturelle, le *Bulletin zoologique de la France et de la Belgique*. Par tous ces travaux, par son érudition toujours exactement et complètement informée, par ces créations diverses, par l'influence légitime qu'il exerce sur nos jeunes zoologistes, M. Giard s'est depuis longtemps classé

parmi les maîtres de la Zoologie française, et tous les naturalistes applaudiront à la récompense enviée que votre Commission vous propose de lui décerner.

PRIX TCHIHATCHEF.

(Commissaires : MM. Milne-Edwards, Grandidier, Bouquet de la Grye, Guyou; Marcel Bertrand, rapporteur.)

MM. Verbeck et Fennema, ingénieurs en chef des mines des Indes néerlandaises, ont publié, en 1896, une description géologique des îles de Java et de Madoura, qui renouvelle et fixe pour longtemps nos connaissances sur ces régions. L'Ouvrage est accompagné d'un atlas qui comprend : une carte géologique détaillée, au $\frac{1}{200\,000}$, en 26 feuilles, malheureusement sans aucune représentation du relief; une carte d'ensemble, au $\frac{1}{500\,000}$, des coupes nombreuses et des cartes de détail des districts les plus intéressants. Le progrès réalisé sur les anciennes cartes et descriptions de Iunghuhn (1855) est considérable; non seulement des régions entières qui, du temps de Iunghuhn, étaient encore sauvages et inaccessibles, ont pu être étudiées en détail, mais la découverte de nombreux fossiles et l'étude microscopique des roches ont permis de préciser dans ses traits fondamentaux l'histoire de la grande île néerlandaise.

Java borde, sur près de 1000^{km}, les grandes profondeurs de l'océan Indien; l'île appartient encore au socle continental; une élévation de 40 mètres la rattacherait à l'Asie. La composition générale de ce socle ancien n'est pas observable à Java même, mais les affleurements connus à Sumatra, aux îles Karimoun-Diawa, à Billiton et à Bornéo, ainsi que les cailloux trouvés dans les conglomérats tertiaires de Java, permettent de conclure que le substratum général de la région est un terrain schisteux fortement plissé, analogue à celui de Malacca et traversé comme lui par des granites anciens. Ce terrain constitue une sorte de plate-forme sur laquelle ont débordé par intervalles les mers anciennes (carbonifère avec Fusulines à Sumatra, jurassique à Bornéo, Timor et Roti, schistes serpentineux avec Orbitolines à Java); de nombreux tufs de diabase et de porphyrite montrent que l'activité éruptive avait déjà commencé à se manifester à Java dès l'époque crétacée.

Le terrain éocène, remarquablement semblable à lui-même à Sumatra, à Java et à Bornéo, avec Nummulites, grandes Orbitoïdes et autres Foraminifères, soigneusement décrits et figurés, renferme des couches de houille et est accompagné de nouveaux produits d'éruptions qui ressemblent

plus à la série ancienne (gabbros, diabases, porphyrites, mélaphyres) qu'à la série tertiaire de nos régions classiques. Mais c'est surtout au début de l'époque miocène que l'activité éruptive commence à prendre, à Java, des proportions grandioses : on peut évaluer à plusieurs dizaines de milliers de kilomètres cubes la masse de matières rejetées (basaltes, andésites à pyroxène et à hornblende), non pas sous forme de montagnes coniques isolées, comme dans les volcans actuels, mais sous forme de véritables chaînes continues qui se faisaient jour le long de crevasses parallèles, qui se sont, depuis, morcelées et ont, en grande partie, disparu sous l'amoncellement des formations plus récentes. Puis est venue une période de repos relatif, pendant laquelle presque toute l'île a été recouverte par la mer, dont les dépôts, épais de plus de 600 mètres, se trouvent pour la première fois classés et divisés en étages. A la fin de l'époque tertiaire se sont produits les mouvements qui ont donné à Java sa forme actuelle, et l'ont même momentanément réunie au continent, en permettant l'immigration des mammifères asiatiques. C'est à ce moment que, dans une formidable poussée, se sont élevés tous les grands volcans que contient l'île. Il faut signaler dans cette dernière période : l'existence de volcans à leucite (Mouriah et Ringguit) qui ont précédé les grandes sorties andésitiques et basaltiques; la distribution des bouches suivant des fentes transversales; le rôle des effondrements (comme celui du Krakatoa), qui ont partout laissé leur empreinte dans le relief et qui ont réduit de près de 1000 mètres la hauteur des principales cimes; enfin la persistance des coulées de lave dans les temps historiques (Lemengan, Semerou et Gountoun), niée par Iunghuhn et constatée avec certitude par M. Fennema.

Ce résumé des résultats nouveaux acquis par huit années d'explorations n'a pas semblé inutile pour montrer comment la Commission du prix Tchihatchef a été amenée à détourner cette année ses regards du vaste champ d'exploration de l'Asie centrale, pour les reporter sur les *îles limitrophes de l'Asie*, spécialement mentionnées dans les volontés du fondateur du prix. L'œuvre que nous avons voulu couronner n'est pas, il est vrai, l'œuvre d'un seul; il serait injuste ainsi de ne pas mentionner ici le nom de M. Fennema, qui a exploré et décrit le cinquième de l'île, et celui de M. Martin, qui a étudié et décrit les fossiles recueillis. Mais c'est certainement à M. Verbeck que revient la part principale; d'ailleurs ses belles études sur la côte ouest de Sumatra, sur les îles du détroit de Gaspar et surtout sur l'éruption du Krakatoa, suffiraient à justifier le choix de la Commission, qui décerne le prix Tchihatchef à M. **Verbeck**.

PRIX GASTON PLANTÉ.

(Commissaires : MM. Lippmann, Cornu, Violle, Becquerel; Mascart, rapporteur.)

Jusqu'en 1889, les courants continus, presque exclusivement, étaient employés dans les grandes applications industrielles, notamment dans les transmissions d'énergie. Vers cette époque, l'usage des transformateurs, l'invention des moteurs d'induction et l'emploi des courants polyphasés ont lancé l'industrie électrique dans une voie nouvelle, en rendant pratique l'utilisation des très hautes tensions qui permettent seules les transmissions à très longues distances. Les grandes installations à courants alternatifs se sont multipliées, et leur progression est au moins aussi rapide que celle des installations à courant continu.

M. Maurice Leblanc a, depuis 1889, étudié dans de nombreux Mémoires les questions complexes que soulève l'application des courants alternatifs, simples ou polyphasés. Parmi les résultats qu'il a obtenus, les trois suivants ont particulièrement attiré l'attention de la Commission :

I. En donnant le premier la théorie des moteurs alternatifs d'induction, M. Leblanc a fait voir que ces moteurs, s'ils sont construits de manière à avoir un bon rendement, ont un très faible couple au démarrage, inconvénient pratique grave; mais qu'en introduisant des résistances variables dans les circuits secondaires, au lieu de fermer ceux-ci sur eux-mêmes, on pouvait avoir à la fois un bon rendement et un fort couple de démarrage; c'est aujourd'hui le procédé le plus employé pour la mise en route des moteurs de grande puissance.

II. Dans les installations importantes, on ne peut se contenter d'une machine génératrice, on doit en associer plusieurs. Mais tandis que la mise en parallèle de dynamos à courant continu ne présente aucune difficulté, il n'en est plus de même pour les alternateurs, particulièrement quand ils sont actionnés par des moteurs à vapeur; leur synchronisme doit être absolument rigoureux et se rétablir automatiquement avec une extrême rapidité s'il vient à être troublé.

M. Leblanc a montré que ce but pouvait être atteint en munissant le système inducteur de circuits amortisseurs, et a réussi à assurer ainsi la marche synchrone dans des cas considérés comme désespérés.

III. Si les courants alternatifs se prêtent à la transmission à grande dis-

tance, ils sont peu convenables pour certaines applications mécaniques et pour l'électrolyse; il y a donc un intérêt très grand à transformer ces courants en courants continus. Deux solutions étaient déjà connues : l'une consiste à associer un moteur à courant alternatif avec une dynamo à courant continu, l'autre à associer à un transformateur une commutatrice ou un redresseur de courant; dans ces deux solutions, les parties tournantes ont le même poids que dans une machine de puissance égale à la puissance à transformer. M. Leblanc en a donné une nouvelle dans son transformateur redresseur, où la partie tournante n'absorbe qu'une puissance insignifiante; ce système a reçu des applications importantes sur le réseau du Nord et à l'étranger.

Les inventions de M. **Maurice Leblanc**, parmi lesquelles nous n'avons mentionné que celles qui ont été consacrées par l'expérience, ont paru à la Commission assez importantes pour la décider à attribuer à leur auteur le prix Gaston Planté, destiné à l'auteur français d'une découverte, d'une invention ou d'un travail important dans le domaine de l'Électricité.

PRIX CAHOURS.

(Commissaires : MM. Troost, Friedel, Berthelot, Gautier; Moissan, rapporteur.)

La Commission du prix Cahours à l'unanimité a décidé de donner le prix pour l'année 1899 à M. **René Metzner**.

PRIX SAINTOUR.

(Commissaires : MM. Joseph Bertrand, Berthelot, Maurice Lévy, Jordan M. Mascart, rapporteur.)

Depuis les recherches de Reichert et de Remak, les embryogénistes ont fait d'immenses efforts pour démontrer que, chez *tous* les animaux supérieurs aux Polypes, *tous* les organes dérivaient de trois couches d'éléments, de trois feuillets : l'*exoderme*, comprenant l'assise externe des éléments de l'embryon; l'*entoderme*, formé de l'assise interne, et le *mésoderme*, embrassant tout ce qui est compris entre les deux assises. Ils se sont, en outre, efforcés d'établir que chacun de ces trois feuillets avait une prédestination particulière et donnait toujours naissance aux mêmes organes et

que, réciproquement, un organe donné tenait toujours son origine d'un même feuillet embryonnaire.

La première proposition peut être considérée comme une simple définition; la seconde tire une importance particulière des idées finalistes qu'elle cache et des efforts accomplis pour en établir la généralité. Les exceptions à la règle admise comme une des bases de l'Embryogénie prennent à leur tour une valeur exceptionnelle, parce qu'elles peuvent entraîner comme conséquence un changement complet dans l'orientation des idées directrices et des travaux des ontogénistes. C'est ce qui est arrivé pour les travaux de Heymons, relatifs à l'embryogénie des Orthoptères. Il résulte de ces recherches qu'au lieu de dériver immédiatement de l'entoderme comme chez les autres animaux, l'épithélium du tube digestif et les glandes qui en dépendent sont constitués, chez les Phasmides notamment, par l'exoderme. Un tel résultat demandait confirmation.

M. **Lecaillon** s'est proposé de le vérifier et il s'est adressé pour cela aux œufs de certains Coléoptères, les Chrysomélides. Ses observations lui ont permis, non seulement de retrouver les résultats d'Heymons, mais encore de les expliquer. Chez les Chrysomèles, la couche de cellules qui correspond à l'entoderme se dissocie; ses cellules épaisses dans le vitellius le modifient de manière à lui permettre de servir à l'alimentation des cellules superficielles, mais elles s'usent en accomplissant cette digestion et disparaissent. Seules les cellules superficielles correspondant à l'exoderme sont, par conséquent, appelées à construire l'embryon. M. Lecaillon a, de plus, constaté que, dès le début du développement, quelques cellules étaient mises en réserve pour être employées plus tard à constituer l'appareil génital. Ces faits ne sont pas isolés dans le Règne animal; mais ils sont normaux pour la classe des Insectes et peuvent être considérés comme un exemple de l'accélération qui marque les phénomènes de développement chez ces animaux.

La Commission décerne le prix à M. **Lecaillon**.

PRIX JEAN-JACQUES BERGER.

(Commissaires : MM. J. Bertrand, Berthelot, Maurice Lévy, Marey; Brouardel, rapporteur.)

Ce prix est décerné successivement par les cinq Académies à l'œuvre la plus méritante concernant la ville de Paris. Après avoir dans plusieurs

séances, recherché quelles étaient les œuvres scientifiques dont la ville de Paris avait le plus bénéficié dans ces dernières années, l'attention de votre Commission s'est arrêtée sur les services que l'**Institut Pasteur** a rendus à la ville de Paris dans la cure de la diphtérie.

La découverte de Behring-Roux date de 1894. Depuis cette époque, l'Institut Pasteur a largement distribué le sérum antidiphtéritique, il l'a gratuitement donné aux pauvres et à toutes les institutions de bienfaisance. Quels sont les résultats obtenus ? Il suffit de consulter la statistique mortuaire de la ville de Paris de 1886 à 1897 :

Décès annuels par diphtérie survenus à Paris de 1886 *à* 1897 :

1886-90......	1640	
1891.........	1361	
1892.........	1403	
1893.........	1266	Organisation du Service de désinfection.
1894.........	1009	Application de la sérothérapie pendant le dernier mois de l'année.
1895.........	435	
1896.........	444	
1897.........	298	

La mort frappe donc, aujourd'hui, à Paris, quatre fois moins d'enfants par diphtérie qu'il y a six ans. Ce résultat a deux causes. Les injections de sérum antidiphtéritique ont abaissé la mortalité de la diphtérie. Elle était, à l'hôpital des Enfants de la rue de Sèvres, de 51 pour 100; elle est de 16 pour 100.

On sauve donc trois fois plus d'enfants atteints de diphtérie qu'il y a six ans. De plus, un beaucoup moins grand nombre sont frappés. Le traitement réduit dans une proportion considérable la durée de la maladie, par suite celle de la période contagieuse. Aussi, à Paris, où nous avons dans les hôpitaux deux services consacrés à la diphtérie, nous relevons qu'avant 1894 ils recevaient annuellement 2200 à 2300 enfants; ils n'en reçoivent plus que 1250.

La fréquence de la maladie a donc diminué de moitié, et comme le traitement permet d'en sauver trois fois plus qu'autrefois, nous ne perdons plus par diphtérie que le quart des enfants qui succombaient il y a six ans à Paris.

Je dois faire remarquer que la mortalité décrit une courbe régulièrement décroissante et que nous avons le droit d'espérer qu'elle n'a pas encore atteint son point minimum.

La Commission n'a pas oublié qu'au nom de la diphtérie elle aurait pu joindre celui d'autres maladies. C'est en 1887 que Pasteur a créé le traitement de la rage; depuis lors, 3607 personnes du département de la Seine ont été traitées à l'Institut Pasteur, les deux tiers avaient été mordues par des chiens enragés. Elle a pensé que de tels travaux désignaient l'**Institut Pasteur** pour recevoir le prix fondé au nom de M. Jean-Jacques Berger, et elle vous propose de le lui donner pour les services rendus à la ville de Paris dans la cure de la diphtérie.

PRIX FONDÉ PAR Mme LA MARQUISE DE LAPLACE.

Une Ordonnance royale a autorisé l'Académie des Sciences à accepter la donation, qui lui a été faite par Mme la Marquise de Laplace, d'une rente pour la fondation à perpétuité d'un prix consistant dans la collection complète des Ouvrages de Laplace, qui devra être décerné chaque année au premier élève sortant de l'École Polytechnique.

Le Président remet les cinq Volumes de la *Mécanique céleste*, l'*Exposition du Système du monde* et le *Traité des Probabilités* à M. **Siegler** (**Jean-Paul**), entré, en qualité d'Élève Ingénieur, à l'École nationale des Mines.

PRIX FONDÉ PAR M. FÉLIX RIVOT.

Conformément aux termes de la donation, le prix Félix Rivot est décerné à MM. **Siegler** (**Jean-Paul**) et **Heurteau** (**Édouard-Charles-Émile**), entrés les deux premiers en qualité d'Élèves Ingénieurs à l'École nationale des Mines; et MM. **Aron** (**Alexandre-Georges**) et **Becquerel** (**Jean-Antoine-Édouard-Marie**), entrés les deux premiers au même titre à l'École nationale des Ponts et Chaussées.

PROGRAMME DES PRIX PROPOSÉS

POUR LES ANNÉES 1900, 1901, 1902 ET 1903.

GÉOMÉTRIE.

GRAND PRIX DES SCIENCES MATHÉMATIQUES.

(Prix du Budget.)

(Question proposée pour l'année 1900.)

L'Académie rappelle qu'elle a mis au concours, pour le grand prix des Sciences mathématiques de 1900, la question suivante :

Perfectionner, en quelque point important, la recherche du nombre des classes de formes quadratiques à coefficients entiers, de deux indéterminées.

Les Mémoires manuscrits destinés au concours seront reçus au Secrétariat de l'Institut avant le 1er octobre 1900; ils seront accompagnés d'un pli cacheté renfermant le nom et l'adresse de l'auteur. Ce pli ne sera ouvert que si le Mémoire auquel il appartient est couronné.

PRIX BORDIN.

(Question proposée pour l'année 1900.)

Développer et perfectionner la théorie des surfaces applicables sur le paraboloïde de révolution.

Le prix est de *trois mille francs*.

Les Mémoires, manuscrits ou imprimés, devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er octobre 1900; ils devront être accompa-

gnés d'un pli cacheté renfermant le nom et l'adresse de l'auteur. Ce pli ne sera ouvert que si le Mémoire auquel il appartient est couronné.

PRIX FRANCOEUR.

Ce prix *annuel*, de *mille francs*, sera décerné à l'auteur de découvertes ou de travaux utiles au progrès des Sciences mathématiques pures et appliquées.

PRIX PONCELET.

Ce *prix annuel*, d'une valeur de *deux mille francs*, est destiné à récompenser l'Ouvrage le plus utile aux progrès des Sciences mathématiques pures ou appliquées, publié dans le cours des dix années qui auront précédé le jugement de l'Académie.

Le Général Poncelet, plein d'affection pour ses Confrères et de dévouement aux progrès de la Science, désirait que son nom fût associé d'une manière durable aux travaux de l'Académie et aux encouragements par lesquels elle excite l'émulation des savants. Mme Poncelet, en fondant ce prix, s'est rendue l'interprète fidèle des sentiments et des volontés de l'illustre Géomètre

Une donation spéciale de Mme Poncelet permet à l'Académie d'ajouter au prix qu'elle a primitivement fondé un exemplaire des Œuvres complètes du Général Poncelet.

MÉCANIQUE.

PRIX EXTRAORDINAIRE DE SIX MILLE FRANCS,

DESTINÉ A RÉCOMPENSER TOUT PROGRÈS DE NATURE A ACCROITRE L'EFFICACITÉ DE NOS FORCES NAVALES.

L'Académie décernera ce prix, s'il y a lieu, dans la prochaine séance publique annuelle.

Les Mémoires, plans et devis, manuscrits ou imprimés, doivent être adressés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin de chaque année.

PRIX MONTYON.

Ce *prix annuel*, d'une valeur de *sept cents francs*, est fondé en faveur de celui qui, au jugement de l'Académie des Sciences, s'en sera rendu le plus digne, en inventant ou en perfectionnant des instruments utiles aux progrès de l'Agriculture, des Arts mécaniques ou des Sciences.

PRIX PLUMEY.

Ce prix, de *deux mille cinq cents francs*, est destiné à récompenser « l'auteur du perfectionnement des machines à vapeur ou de toute » autre invention qui aura le plus contribué au progrès de la navigation à » vapeur ». Il sera décerné au travail le plus important qui lui sera soumis sur ces matières.

PRIX FOURNEYRON.

Une somme de *cinq cents francs de rente* sur l'État français a été léguée à l'Académie, pour la fondation d'un prix de *Mécanique appliquée*, à décerner *tous les deux ans*, le fondateur laissant à l'Académie le soin d'en rédiger le programme.

ASTRONOMIE.

PRIX LALANDE.

Ce prix, d'une valeur de *cinq cent quarante francs*, doit être attribué *annuellement* à la personne qui, en France ou ailleurs, aura fait l'observation la plus intéressante, le Mémoire ou le travail le plus utile aux

progrès de l'Astronomie. Il sera décerné dans la prochaine séance publique, conformément à l'arrêté consulaire en date du 13 floréal an X.

PRIX DAMOISEAU.

L'Académie met au concours, pour l'année 1900, la question suivante :

Faire la théorie d'une des comètes périodiques dont plusieurs retours ont été observés.

Le prix sera de *quinze cents francs*.

Les Mémoires seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin 1900.

PRIX VALZ.

Ce prix, d'une valeur de *quatre cent soixante francs*, sera décerné *tous les ans* à des travaux sur l'Astronomie.

L'Académie décernera ce prix, s'il y a lieu, dans sa prochaine séance publique, à l'auteur de l'observation astronomique la plus intéressante qui aura été faite dans le courant de l'année.

PRIX JANSSEN.

Ce prix biennal, qui consiste en une médaille d'or, destinée à récompenser la découverte ou le travail faisant faire un progrès important à l'Astronomie physique, sera décerné en 1900.

M. Janssen, dont la carrière a été presque entièrement consacrée aux progrès de l'Astronomie physique, et considérant que cette science n'a pas à l'Académie de prix qui lui soit spécialement affecté, a voulu combler cette lacune.

Un généreux anonyme a offert à l'Académie une somme de *quinze cents francs*, destinée à encourager les calculateurs de petites planètes, spécialement de celles découvertes à l'observatoire de Nice. La Section d'Astronomie est chargée de trouver le meilleur emploi de cette somme.

PHYSIQUE.

PRIX L. LA CAZE.

M. Louis La Caze a légué à l'Académie des Sciences trois rentes de *cinq mille francs* chacune, dont il a réglé l'emploi de la manière suivante :

« Dans l'intime persuasion où je suis que la Médecine n'avancera réellement qu'autant qu'on saura la Physiologie, je laisse *cinq mille francs* » *de rente perpétuelle à l'Académie des Sciences,* en priant ce corps savant » de vouloir bien distribuer *de deux ans en deux ans*, à dater de mon » décès, un prix de *dix mille francs* (10000 fr.) à l'auteur de l'Ouvrage » qui aura le plus contribué aux progrès de la *Physiologie*. Les étrangers » pourront concourir. . . . .

» Je confirme toutes les dispositions qui précèdent; mais, outre la » somme de *cinq mille francs* de rente perpétuelle que j'ai laissée à l'*Académie des Sciences* de Paris pour fonder un *prix de Physiologie,* que je » maintiens ainsi qu'il est dit ci-dessus, je laisse encore à la même *Académie des Sciences* deux sommes de *cinq mille francs* de rente perpétuelle, » libres de tous frais d'enregistrement ou autres, destinées à fonder deux » autres prix, l'un pour le meilleur travail sur la *Physique*, l'autre pour » le meilleur travail sur la *Chimie*. Ces deux prix seront, comme celui de » *Physiologie,* distribués *tous les deux ans*, à perpétuité, à dater de mon » décès, et seront aussi de *dix mille francs* chacun. *Les étrangers pourront* » *concourir. Ces sommes ne seront pas partageables et seront données en* » *totalité aux auteurs qui en auront été jugés dignes*. Je provoque ainsi, » par la fondation assez importante de ces *trois prix,* en Europe et peut-» être ailleurs, une série continue de recherches sur les Sciences naturelles, » qui sont la base la moins équivoque de tout savoir humain; et, en » même temps, je pense que le jugement et la distribution de ces récom-» penses par l'*Académie des Sciences* de Paris sera un titre de plus, pour » ce corps illustre, au respect et à l'estime dont il jouit dans le monde » entier. Si ces prix ne sont pas obtenus par des Français, au moins ils » seront distribués par des Français, et par le premier corps savant de » France. »

L'Académie décernera, dans sa séance publique de l'année 1901, trois prix de *dix mille francs* chacun aux Ouvrages ou Mémoires qui auront le plus contribué aux progrès de la *Physiologie*, de la *Physique* et de la *Chimie*. (Voir pages 1172 et 1182.)

STATISTIQUE.

PRIX MONTYON.

L'Académie annonce que, parmi les Ouvrages qui auront pour objet une ou plusieurs questions relatives à la *Statistique de la France*, celui qui, à son jugement, contiendra les recherches les plus utiles, sera couronné dans la prochaine séance publique. Elle considère comme admis à ce concours les Mémoires envoyés en manuscrit, et ceux qui, ayant été imprimés et publiés, arrivent à sa connaissance.

Le prix est de *cinq cents francs*.

CHIMIE.

PRIX JECKER.

Ce prix annuel, d'une valeur de *dix mille francs*, est destiné à *accélérer les progrès de la Chimie organique*.

L'Académie annonce qu'elle décernera *tous les ans* le prix Jecker aux travaux qu'elle jugera les plus propres à hâter les progrès de la *Chimie organique*.

PRIX WILDE.

M. Henry Wilde a fait donation à l'Académie des Sciences d'une somme de *cent trente-sept mille cinq cents francs*, qui devra être convertie en rente 3 pour 100 sur l'État français. Les arrérages de ladite rente seront consacrés à la fondation à perpétuité d'un prix annuel de *quatre mille francs*, qui portera le nom de *Prix Wilde*.

Ce prix sera décerné chaque année par l'Académie des Sciences, sans distinction de nationalité, à la personne dont la découverte ou l'Ouvrage sur l'*Astronomie*, la *Physique*, la *Chimie*, la *Mineralogie*, la *Géologie* ou la *Mécanique expérimentale* aura été jugé par l'Académie le plus digne de récompense, soit que cette découverte ou cet Ouvrage ait été fait dans l'année même, soit qu'ils remontent à une autre année antérieure ou postérieure à la donation.

Les Mémoires, manuscrits ou imprimés, devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1900.

PRIX L. LA CAZE.

Voir page 1170.

MINÉRALOGIE ET GÉOLOGIE.

PRIX VAILLANT.

(Question proposée pour l'année 1900.)

L'Académie a décidé que le prix fondé par M. le Maréchal Vaillant serait décerné *tous les deux ans*. Elle rappelle qu'elle a mis au concours, pour l'année 1900, la question suivante :

La détermination rigoureuse d'un ou de plusieurs poids atomiques,

ou

L'Étude des alliages.

Le prix est de *quatre mille francs.*

Les Mémoires seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin de l'année 1900.

PRIX DELESSE.

Mme Vve Delesse a fait don à l'Académie d'une somme de *vingt mille francs,* destinée par elle à la fondation d'un prix qui sera décerné *tous les deux ans,* s'il y a lieu, à l'auteur, *français ou étranger,* d'un travail concernant les Sciences géologiques, ou, à défaut, d'un travail concernant les Sciences minéralogiques.

Le prix Delesse, dont la valeur est de *quatorze cents francs,* sera décerné dans la séance publique de l'année 1901.

Les Ouvrages devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin de l'année 1901.

PRIX FONTANNE.

Ce prix sera décerné, *tous les trois ans, à l'auteur de la meilleure publication paléontologique.*

L'Académie décernera le prix Fontanne en 1902.

Le prix est de *deux mille francs.*

Les Ouvrages devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1902.

BOTANIQUE.

PRIX BORDIN.

L'Académie rappelle qu'elle a mis au concours, pour l'année 1901, la question suivante :

Étudier l'influence des conditions extérieures sur le protoplasma et le noyau chez les végétaux.

Le prix est de *trois mille francs.*

Les Mémoires manuscrits destinés à ce concours seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin 1901; ils devront être accompagnés d'un pli cacheté renfermant le nom et l'adresse de l'auteur. Ce pli ne sera ouvert que si le Mémoire auquel il appartient est couronné.

PRIX BARBIER.

Ce *prix annuel,* d'une valeur de *deux mille francs,* est destiné à récompenser « celui qui fera une découverte précieuse dans les *Sciences chirur-*
» *gicale, médicale, pharmaceutique,* et dans la Botanique ayant rapport à
» l'art de guérir ».

L'Académie décernera ce prix, s'il y a lieu, dans sa prochaine séance.

Voir page 1178.

PRIX DESMAZIÈRES.

Ce *prix annuel,* d'une valeur de *seize cents francs,* sera décerné « à
» l'auteur, *français ou étranger,* du meilleur ou du plus utile écrit, publié
» dans le courant de l'année précédente, sur tout ou partie de la Crypto-
» gamie ».

Conformément aux stipulations ci-dessus, l'Académie annonce qu'elle décernera le prix Desmazières dans sa prochaine séance publique.

PRIX MONTAGNE.

Par testament en date du 11 octobre 1862, M. Jean-François-Camille Montagne, Membre de l'Institut, a légué à l'Académie des Sciences la totalité de ses biens, à charge par elle de distribuer *chaque année* un ou deux prix, au choix de la *Section de Botanique*.

L'Académie décernera, s'il y a lieu, dans sa séance publique de 1900, les prix Montagne, qui seront ou pourront être, l'un de *mille francs*, l'autre de *cinq cents francs*, aux auteurs de travaux importants ayant pour objet l'anatomie, la physiologie, le développement ou la description des Cryptogames inférieures (Thallophytes et Muscinées).

Les Mémoires, manuscrits ou imprimés, devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin; les concurrents devront être *Français* ou *naturalisés Français*.

PRIX DE LA FONS MELICOCQ.

Ce prix sera décerné « *tous les trois ans* au meilleur *Ouvrage de Botanique* » *sur le nord de la France*, c'est-à-dire *sur les départements du Nord, du* » *Pas-de-Calais, des Ardennes, de la Somme, de l'Oise et de l'Aisne* ».

Ce prix, dont la valeur est de *neuf cents francs*, sera décerné, s'il y a lieu dans la séance annuelle de 1901, au meilleur Ouvrage, manuscrit ou imprimé, remplissant les conditions stipulées par le testateur.

PRIX THORE.

Ce *prix annuel*, d'une valeur de *deux cents francs*, sera décerné « à » l'auteur du meilleur Mémoire sur les Cryptogames cellulaires d'Europe » (Algues fluviatiles ou marines, Mousses, Lichens ou Champignons), ou sur » les mœurs ou l'anatomie d'une espèce d'Insectes d'Europe ».

Ce prix est attribué alternativement aux travaux sur les Cryptogames cellulaires d'Europe et aux recherches sur les mœurs ou l'anatomie d'un Insecte. (Voir page 1177.)

ÉCONOMIE RURALE.

PRIX BIGOT DE MORGUES.

Ce prix décennal, d'une valeur de *dix-sept cents francs*, sera décerné dans la séance annuelle de 1903, à l'Ouvrage qui aura fait faire le plus de progrès à l'Agriculture de France.

ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

GRAND PRIX DES SCIENCES PHYSIQUES.

(Prix du Budget.)

L'Académie rappelle qu'elle a mis au concours pour l'année 1901 la question suivante :

Étudier la biologie des Nématodes libres d'eau douce et humicoles et plus particulièrement les formes et conditions de leur reproduction.

Le prix est de *trois mille francs*.

Les Mémoires, manuscrits ou imprimés, devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1901.

PRIX SAVIGNY, FONDÉ PAR Mlle LETELLIER.

« Voulant, dit la testatrice, perpétuer, autant qu'il est en mon pouvoir
» de le faire, le souvenir d'un martyr de la science et de l'honneur, je
» lègue à l'Institut de France, Académie des Sciences, Section de Zoologie,

» *vingt mille francs*, au nom de Marie-Jules-César Le Lorgne de Savigny, » ancien Membre de l'Institut d'Égypte et de l'Institut de France, pour » l'intérêt de cette somme de *vingt mille francs* être employé à aider les » jeunes zoologistes voyageurs qui ne recevront pas de subvention du » Gouvernement et qui s'occuperont plus spécialement des animaux sans » vertèbres de l'Égypte et de la Syrie. »

Le prix est de *neuf cent soixante-quinze francs*.

Les Mémoires, manuscrits ou imprimés, devront être envoyés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1900.

PRIX DA GAMA MACHADO.

L'Académie décernera, *tous les trois ans*, le prix da Gama Machado aux meilleurs Mémoires qu'elle aura reçus sur les parties colorées du système tégumentaire des animaux ou sur la matière fécondante des êtres animés.

Le prix est de *douze cents francs*.

Il sera décerné, s'il y a lieu, en 1900.

PRIX THORE.

Voir page 1175.

MÉDECINE ET CHIRURGIE.

PRIX MONTYON.

Conformément au testament de M. Auget de Montyon il sera décerné un ou plusieurs prix aux auteurs des Ouvrages ou des découvertes qui seront jugés les plus utiles à l'*art de guérir*.

L'Académie juge nécessaire de faire remarquer que les prix dont il s'agit ont expressément pour objet des *découvertes* et *inventions* propres à perfectionner la Médecine ou la Chirurgie.

Les pièces admises au Concours n'auront droit au prix qu'autant qu'elles contiendront une *découverte parfaitement déterminée*.

Si la pièce a été produite par l'auteur, il devra indiquer la partie de son travail où cette découverte se trouve exprimée; dans tous les cas, la Commission chargée de l'examen du concours fera connaître que c'est à la découverte dont il s'agit que le prix est donné.

Conformément à l'Ordonnance du 23 août 1829, outre les prix annoncés ci-dessus, il sera aussi décerné, s'il y a lieu, des prix aux meilleurs résultats des recherches entreprises sur des questions proposées par l'Académie, conformément aux vues du fondateur.

Les Ouvrages ou Mémoires présentés au concours doivent être envoyés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin de chaque année.

PRIX BARBIER.

Ce prix, d'une valeur de *deux mille francs*, sera décerné à « celui qui » fera une découverte précieuse dans les Sciences chirurgicale, médicale, » pharmaceutique, et dans la *Botanique* ayant rapport à l'art de guérir ».

L'Académie décernera ce prix, s'il y a lieu, dans sa séance publique de 1900.

Voir page 1174.

PRIX BRÉANT.

M. Bréant a légué à l'Académie des Sciences une somme de *cent mille francs* pour la fondation d'un prix à décerner « à celui qui aura trouvé » le moyen de guérir du choléra asiatique ou qui aura découvert les causes » de ce terrible fléau ».

Prévoyant que le prix de *cent mille francs* ne sera pas décerné tout de suite, le fondateur a voulu, jusqu'à ce que ce prix soit gagné, que l'*intérêt du capital* fût donné à la personne qui aura fait avancer la Science sur la

question du choléra ou de toute autre maladie épidémique, ou enfin que ce prix pût être gagné par celui qui indiquera le moyen de guérir radicalement les dartres ou ce qui les occasionne.

Les concurrents devront satisfaire aux conditions suivantes :

1° Pour remporter le prix de *cent mille francs*, il faudra : « *Trouver une* » *médication qui guérisse le choléra asiatique dans l'immense majorité des cas* » ;

Ou : « *Indiquer d'une manière incontestable les causes du choléra asiatique, de* » *façon qu'en amenant la suppression de ces causes on fasse cesser l'épidémie* » ;

Ou enfin : « *Découvrir une prophylaxie certaine, et aussi évidente que l'est,* » *par exemple, celle de la vaccine pour la variole* ».

2° Pour obtenir le *prix annuel* représenté par l'intérêt du capital, il faudra, par des procédés rigoureux, avoir démontré dans l'atmosphère l'existence de matières pouvant jouer un rôle dans la production ou la propagation des maladies épidémiques.

Dans le cas où les conditions précédentes n'auraient pas été remplies, le *prix annuel* pourra, aux termes du testament, être accordé à celui qui aura trouvé le moyen de guérir radicalement les dartres, ou qui aura éclairé leur étiologie.

PRIX GODARD.

M. le D[r] Godard a légué à l'Académie des Sciences « le capital d'une rente de *mille francs, trois pour cent*. Ce prix annuel, d'une valeur de *mille francs*, sera donné au meilleur Mémoire sur l'anatomie, la physiologie et la pathologie des organes génito-urinaires. Aucun sujet de prix ne sera proposé. « Dans le cas où, une année, le prix ne serait pas donné, il serait » ajouté au prix de l'année suivante. »

PRIX SERRES.

Ce *prix triennal* « *sur l'Embryologie générale appliquée autant que possible* » *à la Physiologie et à la Médecine* » sera décerné en 1902 au meilleur Ouvrage qu'elle aura reçu sur cette importante question.

Le prix est de *sept mille cinq cents francs*.

Les Mémoires devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1902.

PRIX CHAUSSIER.

Ce prix sera décerné tous les quatre ans au meilleur Livre ou Mémoire qui aura paru pendant ce temps, et fait avancer la Médecine, soit sur la Médecine légale, soit sur la Médecine pratique.

L'Académie décernera ce prix, de la valeur de *dix mille francs*, dans la séance annuelle de 1903, au meilleur Ouvrage paru dans les quatre années qui auront précédé son jugement.

Les Ouvrages ou Mémoires devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1903.

PRIX PARKIN.

Ce prix triennal est destiné à récompenser des recherches sur les sujets suivants :

« 1° Sur les effets curatifs du carbone sous ses diverses formes et plus » particulièrement sous la forme gazeuse ou gaz acide carbonique, dans » le choléra, les différentes formes de fièvre et autres maladies;

» 2° Sur les effets de l'action volcanique dans la production de maladies » épidémiques dans le monde animal et le monde végétal, et dans celle des » ouragans et des perturbations atmosphériques anormales. »

Le testateur stipule :

« 1° Que les recherches devront être écrites en français, en allemand » ou en italien;

» 2° Que l'auteur du meilleur travail publiera ses recherches à ses pro- » pres frais et en présentera un exemplaire à l'Académie dans les trois » mois qui suivront l'attribution du prix;

» 3° Chaque troisième et sixième année le prix sera décerné à un tra- » vail relatif au premier desdits sujets, et chaque neuvième année à un » travail sur le dernier desdits sujets. »

L'Académie ayant décerné pour la première fois ce prix dans sa séance

publique de 1897, en continuera l'attribution, pour se conformer au vœu du testateur, en l'année 1900.

Le prix est de *trois mille quatre cents francs*.

Les Mémoires devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1900.

PRIX BELLION, FONDÉ PAR Mlle FOEHR.

Ce prix annuel sera décerné aux savants « *qui auront écrit des Ouvrages* » *ou fait des découvertes surtout profitables à la santé de l'homme ou à l'amé-* » *lioration de l'espèce humaine* ».

Le prix est de *quatorze cents francs*.

Les Ouvrages devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin de chaque année.

PRIX MÈGE.

Le Dr Jean-Baptiste Mège a légué à l'Académie « *dix mille francs à donner* » *en prix à l'auteur qui aura continué et complété son essai sur les causes qui* » *ont retardé ou favorisé les progrès de la Médecine, depuis la plus haute anti-* » *quité jusqu'à nos jours.*

» L'Académie des Sciences pourra disposer en encouragement des inté- » rêts de cette somme jusqu'à ce qu'elle pense devoir décerner le prix. »

L'Académie des Sciences décernera le prix Mège, s'il y a lieu, dans sa séance publique annuelle de 1900.

Les Ouvrages devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin.

PRIX DUSGATE.

Ce prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1900, à l'auteur du meilleur Ouvrage sur les signes diagnostiques de la mort et sur les moyens de prévenir les inhumations précipitées.

PRIX LALLEMAND.

Ce prix annuel, d'une valeur de *dix-huit cents francs*, est destiné à « récompenser ou encourager les travaux relatifs au système nerveux, dans la plus large acception des mots ».

Les travaux destinés au concours devront être envoyés au Secrétariat de l'Institut avant le 1[er] juin de chaque année.

PRIX DU BARON LARREY.

Ce prix sera décerné annuellement à un médecin ou à un chirurgien des armées de terre ou de mer pour le meilleur Ouvrage présenté à l'Académie et traitant un sujet de Médecine, de Chirurgie ou d'Hygiène militaire.

Le prix est de *mille francs*.

Les Ouvrages devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1[er] juin de chaque année.

PHYSIOLOGIE.

PRIX MONTYON.

L'Académie décernera annuellement un prix de la valeur de *sept cent cinquante francs* à l'Ouvrage, imprimé ou manuscrit, qui lui paraîtra répondre le mieux aux vues du fondateur.

PRIX L. LA CAZE.

Voir page 1170.

PRIX POURAT.

L'Académie rappelle qu'elle a mis au concours, pour l'année 1900, la question suivante :

Détermination des principales données anthropométriques.

Le prix est de *quatorze cents francs.*

Les Mémoires seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin 1900.

PRIX POURAT.

(Question proposée pour l'année 1901.)

La question mise au concours pour le prix Pourat, en 1901, est la suivante :

Sur le refroidissement dû à la contraction musculaire. Détermination expérimentale des contractions et du mécanisme intime de ce phénomène.

PRIX MARTIN-DAMOURETTE.

Ce prix biennal, dont la valeur est de *quatorze cents francs,* sera décerné, s'il y a lieu, dans la séance publique annuelle de 1900.

Les Ouvrages ou Mémoires seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin 1900.

PRIX PHILIPEAUX.

Ce prix annuel de Physiologie expérimentale, de la valeur de *huit cent quatre-vingt-dix francs,* sera décerné dans la prochaine séance publique.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE.

PRIX GAY.

Par un testament, en date du 3 novembre 1873, M. Claude Gay, Membre de l'Institut, a légué à l'Académie des Sciences une rente perpétuelle de *deux mille cinq cents francs*, pour un *prix annuel* de Géographie physique, conformément au programme donné par une Commission nommée à cet effet.

L'Académie rappelle qu'elle a mis au concours pour sujet du prix Gay, qu'elle doit décerner dans sa séance publique de l'année 1900, la question suivante :

Appliquer à une région de la France ou à une portion de la chaîne alpine, l'analyse des circonstances géologiques qui ont déterminé les conditions actuelles du relief et de l'hydrographie.

Ce prix est de *deux mille cinq cents francs*.

Les Mémoires seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin 1900.

PRIX GAY.

(Question proposée pour l'année 1901.)

Grâce aux explorations récentes de l'Asie centrale, les plantes de cette région sont beaucoup mieux connues et les documents réunis dans nos collections fournissent les éléments d'une étude comparative des diverses flores alpines du monde ancien. Les résultats qu'on peut espérer de cette étude seraient d'un grand intérêt. C'est dans le dessein de la provoquer que la Commission chargée de proposer une question pour le prix Gay qui sera distribué en 1901, met au concours la question suivante :

Faire connaître la distribution des plantes alpines dans les grands massifs montagneux de l'ancien monde. Indiquer les régions où se trouvent réunies le

plus grand nombre d'espèces du même groupe. Établir la diminution graduelle de l'importance de chacun de ces groupes dans les autres régions. Rechercher les causes anciennes ou actuelles susceptibles d'expliquer, dans une certaine mesure, la répartition de ces plantes alpines.

PRIX GÉNÉRAUX.

MÉDAILLE ARAGO.

L'Académie, dans sa séance du 14 novembre 1887, a décidé la fondation d'une médaille d'or à l'effigie d'Arago.

Cette médaille sera décernée par l'Académie chaque fois qu'une découverte, un travail ou un service rendu à la Science lui paraîtront dignes de ce témoignage de haute estime.

PRIX MONTYON (ARTS INSALUBRES).

Il sera décerné un ou plusieurs prix aux auteurs qui auront trouvé les *moyens de rendre un art ou un métier moins insalubre*.

L'Académie juge nécessaire de faire remarquer que les prix dont il s'agit ont expressément pour objet des découvertes et inventions qui diminueraient les dangers des diverses professions ou arts mécaniques.

Les pièces admises au Concours n'auront droit au prix qu'autant qu'elles contiendront une *découverte parfaitement déterminée*.

Si la pièce a été produite par l'auteur, il devra indiquer la partie de son travail où cette découverte se trouve exprimée; dans tous les cas, la Commission chargée de l'examen du concours fera connaître que c'est à la découverte dont il s'agit que le prix est donné.

Les Ouvrages ou Mémoires présentés au concours doivent être envoyés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin de chaque année.

PRIX CUVIER.

Ce prix est décerné *tous les trois ans* à l'Ouvrage le plus remarquable, soit sur le règne animal, soit sur la Géologie.

L'Académie annonce qu'elle décernera, s'il y a lieu, le prix *Cuvier*, dans sa séance publique annuelle de 1900, à l'Ouvrage qui remplira les conditions du concours, et qui aura paru depuis le 1er janvier 1891 jusqu'au 1er juin 1900.

Le prix est de *quinze cents francs*.

PRIX TRÉMONT.

Ce prix, d'une valeur *annuelle* de *onze cents francs*, est destiné « à aider dans ses travaux tout savant, ingénieur, artiste ou mécanicien, auquel une assistance sera nécessaire pour atteindre un but utile et glorieux pour la France ».

L'Académie, dans sa séance publique annuelle, accordera la somme provenant du legs Trémont, à titre d'encouragement, à tout *savant*, *ingénieur*, *artiste* ou *mécanicien* qui, se trouvant dans les conditions indiquées, aura présenté, dans le courant de l'année, une découverte ou un perfectionnement paraissant répondre le mieux aux intentions du fondateur.

PRIX GEGNER.

Ce prix *annuel*, d'une valeur de *quatre mille francs*, est destiné « à soutenir un savant qui se sera signalé par des travaux sérieux, et qui dès lors pourra continuer plus fructueusement ses recherches en faveur des progrès des Sciences positives ».

PRIX DELALANDE-GUÉRINEAU.

Ce prix biennal, d'une valeur de *mille francs*, sera décerné en 1900 « *au » voyageur français ou au savant qui, l'un ou l'autre, aura rendu le plus de » services à la France ou à la Science* ».

Les pièces de concours devront être déposées au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1900.

PRIX JEAN REYNAUD.

Mme Veuve Jean Reynaud, « voulant honorer la mémoire de son mari et perpétuer son zèle pour tout ce qui touche aux gloires de la France », a fait donation à l'Institut de France d'une rente sur l'État français, de la somme de *dix mille francs*, destinée à fonder un prix annuel qui sera successivement décerné par les cinq Académies « au travail le plus méritant, relevant de chaque classe de l'Institut, qui se sera produit pendant une période de cinq ans ».

« Le prix J. Reynaud, dit la fondatrice, ira toujours à une œuvre originale, élevée et ayant un caractère d'invention et de nouveauté.

» Les Membres de l'Institut ne seront pas écartés du concours.

» Le prix sera toujours décerné intégralement; dans le cas où aucun » Ouvrage ne semblerait digne de le mériter entièrement, sa valeur sera » délivrée à quelque grande infortune scientifique, littéraire ou artistique. »

L'Académie des Sciences décernera le prix Jean Reynaud dans sa séance publique de l'année 1901.

PRIX JÉROME PONTI.

Ce prix biennal, de la valeur de *trois mille cinq cents francs*, sera accordé à l'auteur d'un travail scientifique dont la continuation ou le développement seront jugés importants pour la Science.

L'Académie décernera ce prix, s'il y a lieu, dans sa séance publique de 1900.

Les Mémoires seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin 1900.

PRIX PETIT D'ORMOY.

L'Académie a décidé que, sur les fonds produits par le legs Petit d'Ormoy, elle décernera *tous les deux ans* un prix de *dix mille francs* pour les Sciences mathématiques pures ou appliquées, et un prix de *dix mille francs* pour les Sciences naturelles.

Les reliquats disponibles de la fondation pourront être employés par l'Académie en prix ou récompenses, suivant les décisions qui seront prises à ce sujet.

L'Académie décernera le prix Petit d'Ormoy, s'il y a lieu, dans sa séance publique annuelle de 1901.

PRIX LECONTE.

Ce prix, d'une valeur de *cinquante mille francs,* doit être donné, *en un seul prix, tous les trois ans, sans préférence de nationalité :*

1° Aux auteurs de découvertes nouvelles et capitales en Mathématiques, Physique, Chimie, Histoire naturelle, Sciences médicales;

2° Aux auteurs d'applications nouvelles de ces sciences, applications qui devront donner des résultats de beaucoup supérieurs à ceux obtenus jusque-là.

L'Académie décernera le prix Leconte, s'il y a lieu, dans sa séance annuelle de 1901.

PRIX TCHIHATCHEF.

M. Pierre de Tchihatchef a légué à l'Académie des Sciences la somme de *cent mille francs*.

Dans son testament, M. de Tchihatchef stipule ce qui suit :

« Les intérêts de cette somme sont destinés à offrir *annuellement aux*
» *naturalistes* de *toute nationalité* qui se seront le plus distingués dans l'ex-
» ploration du continent asiatique (ou îles limitrophes), notamment des

» régions les moins connues et, en conséquence, à l'exclusion des con-
» trées suivantes : Indes britanniques, Sibérie proprement dite, Asie Mi-
» neure et Syrie, contrées déjà plus ou moins explorées.

» Les explorations devront avoir pour objet une branche quelconque
» des *Sciences naturelles, physiques ou mathématiques*.

» Seront exclus les travaux ayant rapport aux autres sciences, telles
» que : Archéologie, Histoire, Ethnographie, Philologie, etc.

» Lorsque l'Académie ne croira pas être dans le cas d'accorder une ré-
» compense ou un encouragement, soit partiellement, soit intégralement
» le montant ou le restant des intérêts annuels de la susdite somme seront
» ajoutés à ceux de l'année ou des années subséquentes jusqu'à l'époque
» où l'Académie jugera convenable de disposer de ces intérêts, soit *à titre*
» *de récompense* pour des travaux accomplis, soit pour en faciliter l'entre-
» prise ou la continuation.

» Il est bien entendu que les travaux récompensés ou encouragés
» devront être le fruit d'observations faites sur les lieux mêmes et non des
» œuvres de simple érudition. »

L'Académie décernera le prix Tchihatchef, s'il y a lieu, dans la séance publique de l'année 1900.

Le prix est de *trois mille francs*.

Les Ouvrages devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin de l'année 1900.

PRIX GASTON PLANTÉ.

Ce prix biennal sera attribué, d'après le jugement de l'Académie, à l'auteur français d'une découverte, d'une invention ou d'un travail important dans le domaine de l'électricité.

L'Académie décernera, s'il y a lieu, le prix Gaston Planté dans sa séance annuelle de 1901.

Le prix est de *trois mille francs*.

Les Mémoires devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1901.

PRIX BOILEAU.

Ce prix triennal, d'une valeur de *treize cents francs*, est destiné à récompenser les recherches sur les mouvements des fluides, jugées suffisantes pour contribuer au progrès de l'hydraulique.

A défaut, la rente triennale échue sera donnée, à titre d'encouragement, à un savant estimé de l'Académie et choisi parmi ceux qui sont notoirement sans fortune.

L'Académie décernera le prix Boileau dans sa séance annuelle de 1900.

PRIX HOULLEVIGUE.

M. Stanislas Houllevigue a légué à l'Institut *cinq mille francs* de rentes 3 pour 100, à l'effet de fonder un prix annuel qui portera son nom et sera décerné à tour de rôle par l'Académie des Sciences et par l'Académie des Beaux-Arts.

L'Académie des Sciences décernera le prix Houllevigue dans la séance publique annuelle de 1900.

PRIX CAHOURS.

M. Auguste Cahours a légué à l'Académie des Sciences la somme de *cent mille francs*.

Conformément aux vœux du testateur, les intérêts de cette somme seront distribués chaque année, à titre d'encouragement, à des jeunes gens qui se seront déjà fait connaître par quelques travaux intéressants et plus particulièrement par des recherches sur la Chimie.

Le prix est de *trois mille francs*.

L'Académie des Sciences décernera le prix Cahours, s'il y a lieu, dans sa séance publique annuelle de 1900.

PRIX SAINTOUR.

L'Académie décernera ce prix, de la valeur de *trois mille francs*, dans sa séance annuelle de 1900.

PRIX KASTNER-BOURSAULT.

Le prix, d'une valeur de *deux mille francs*, sera décerné, s'il y a lieu, en 1901, à l'auteur du meilleur travail sur les applications diverses de l'Électricité dans les Arts, l'Industrie et le Commerce.

PRIX ESTRADE-DELCROS.

M. Estrade-Delcros, par son testament en date du 8 février 1876, a légué toute sa fortune à l'Institut. Le montant de ce legs devra être partagé, par portions égales, entre les cinq classes de l'Institut, pour servir à décerner, tous les cinq ans, un prix sur le sujet que choisira chaque Académie.

Ce prix, de la valeur de *huit mille francs*, sera décerné par l'Académie des Sciences, pour la première fois, dans sa séance publique de 1903.

PRIX JEAN-JACQUES BERGER.

Le prix Jean-Jacques Berger, de la valeur de *quinze mille francs*, à décerner successivement par les cinq Académies à l'OEuvre la plus méritante concernant la Ville de Paris, sera attribué, par l'Académie des Sciences, en 1904.

PRIX BARON JOEST.

Ce prix, décerné successivement par les cinq Académies, sera attribué

à celui qui, dans l'année, aura fait la découverte ou écrit l'Ouvrage le plus utile au bien public.

Ce prix, de la valeur de *deux mille francs*, sera décerné par l'Académie des Sciences, pour la première fois, dans sa séance publique de 1901.

PRIX FONDÉ PAR Mme LA MARQUISE DE LAPLACE.

Ce prix, qui consiste dans la collection complète des Ouvrages de Laplace, est décerné, *chaque année*, au premier élève sortant de l'École Polytechnique.

PRIX FONDÉ PAR M. FÉLIX RIVOT.

Ce prix, qui est annuel et dont la valeur est de *deux mille cinq cents francs*, sera partagé entre les quatre élèves sortant chaque année de l'École Polytechnique avec les nos 1 et 2 dans les corps des Mines et des Ponts et Chaussées.

CONDITIONS COMMUNES A TOUS LES CONCOURS.

Les concurrents sont prévenus que l'Académie ne rendra aucun des Ouvrages envoyés aux concours; les auteurs auront la liberté d'en faire prendre des copies au Secrétariat de l'Institut.

Par une mesure générale prise en 1865, l'Académie a décidé que la clôture des concours pour les prix qu'elle propose aurait lieu à la même époque de l'année, et le terme a été fixé au **PREMIER JUIN**.

Les concurrents doivent indiquer, par une analyse succincte, la partie de leur travail où se trouve exprimée la découverte sur laquelle ils appellent le jugement de l'Académie.

Nul n'est autorisé à prendre le titre de Lauréat de l'Académie, s'il n'a été jugé digne de recevoir un Prix. Les personnes qui ont obtenu des *récompenses,* des *encouragements* ou des *mentions,* n'ont pas droit à ce titre.

LECTURES.

M. **Bertrand**, Secrétaire perpétuel, lit une Notice historique sur la vie et les travaux de M. **Félix Tisserand**, Membre de l'Institut.

J. B. et M. B.

TABLEAUX

DES PRIX DÉCERNÉS ET DES PRIX PROPOSÉS

DANS LA SÉANCE DU LUNDI 18 DÉCEMBRE 1899.

TABLEAU DES PRIX DÉCERNÉS.

ANNÉE 1899.

ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

MÉDECINE ET CHIRURGIE.

PHYSIOLOGIE.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE.

PRIX GÉNÉRAUX.

PRIX PROPOSÉS

pour les années 1900, 1901, 1902 *et* 1903.

PHYSIOLOGIE.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE.

PRIX GÉNÉRAUX.

TABLEAU PAR ANNÉE

DES PRIX PROPOSÉS POUR 1900, 1901, 1902 ET 1903.

1900

Grand prix des Sciences mathématiques. — Perfectionner, en quelque point important, la recherche du nombre des classes de formes quadratiques à coefficients entiers de deux indéterminées.

Prix Bordin. — Développer et perfectionner la théorie des surfaces applicables sur le paraboloïde de révolution.

Prix Francœur. — Découvertes ou travaux utiles au progrès des Sciences mathématiques pures et appliquées.

Prix Poncelet. — Décerné à l'auteur de l'Ouvrage le plus utile au progrès des Sciences mathématiques pures ou appliquées.

Prix extraordinaire de six mille francs. — Progrès de nature à accroître l'efficacité de nos forces navales.

Prix Montyon. — Mécanique.

Prix Plumey. — Décerné à l'auteur du perectionnement des machines à vapeur ou de toute autre invention qui aura le plus contribué aux progrès de la navigation à vapeur.

Prix Lalande. — Astronomie.

Prix Damoiseau. — Faire la théorie d'une des comètes périodiques dont plusieurs retours ont été observés.

Prix Valz. — Astronomie.

Prix Janssen.

Prix Montyon. — Statistique.

Prix Jecker. — Chimie organique.

Prix H. Wilde.

Prix Vaillant. — La détermination rigoureuse d'un ou de plusieurs poids atomiques; ou : L'étude des alliages.

Prix Desmazières. — Décerné à l'auteur de l'Ouvrage le plus utile sur tout ou partie de la Cryptogamie.

Prix Montagne. — Décerné aux auteurs de travaux importants ayant pour objet l'Anatomie, la Physiologie, le développement ou la description des Cryptogames inférieures.

Prix Thore. — Décerné alternativement aux travaux sur les Cryptogames cellulaires d'Europe et aux recherches sur les mœurs ou l'anatomie d'une espèce d'Insectes d'Europe.

Prix Savigny, fondé par Mlle Letellier. — Décerné à de jeunes zoologistes voyageurs.

Prix Da Gama Machado. — Décerné aux meilleurs Mémoires sur les parties colorées du système tégumentaire des animaux ou sur la matière fécondante des êtres animés.

Prix Montyon. — Médecine et Chirurgie.

Prix Barbier. — Décerné à celui qui fera une découverte précieuse dans les Sciences chirurgicale, médicale, pharmaceutique, et dans la Botanique ayant rapport à l'art de guérir.

Prix Bréant. — Décerné à celui qui aura trouvé le moyen de guérir le choléra asiatique.

Prix Godard. — Sur l'anatomie, la physiologie et la pathologie des organes génito-urinaires.

Prix Parkin. — Destiné à récompenser des recherches sur les sujets suivants : 1° sur les effets curatifs du carbone sous ses diverses formes et plus particulièrement sous la forme gazeuse ou gaz acide carbonique dans le choléra, les différentes formes de fièvre et autres maladies; 2° sur les effets de l'action volcanique dans la production de maladies épidémiques dans le monde animal et le monde végétal et dans celle des ouragans et des perturbations atmosphériques anormales.

Prix Bellion, fondé par Mlle Foehr. — Décerné à celui qui aura écrit des Ouvrages ou fait des découvertes surtout profitables à la santé de l'homme ou à l'amélioration de l'espèce humaine.

Prix Mège. — Décerné à celui qui aura continué et complété l'essai du Dr Mège sur les causes qui ont retardé ou favorisé les progrès de la Médecine.

Prix Dusgate. — Décerné à l'auteur du meilleur Ouvrage sur les signes diagnostiques de la mort et sur les moyens de prévenir les inhumations précipitées.

Prix Lallemand. — Destiné à récompenser ou encourager les travaux relatifs au système nerveux, dans la plus large acception des mots.

Prix du baron Larrey. — Sera décerné à un médecin ou à un chirurgien des armées de terre

ou de mer pour le meilleur Ouvrage présenté à l'Académie et traitant un sujet de Médecine, de Chirurgie ou d'Hygiène militaire.

Prix Montyon. — Physiologie expérimentale.

Prix Pourat. — Détermination des principales données anthropométriques.

Prix Martin-Damourette.

Prix Philipeaux. — Physiologie expérimentale.

Prix Gay. — Appliquer à une région de la France ou à une portion de la Chaîne alpine l'analyse des circonstances géologiques qui ont déterminé les conditions actuelles du relief et de l'hydrographie.

Médaille Arago. — Cette médaille sera décernée par l'Académie chaque fois qu'une découverte, un travail ou un service rendu à la Science lui paraîtront dignes de ce témoignage de haute estime.

Prix Montyon. — Arts insalubres.

Prix Cuvier. — Destiné à l'Ouvrage le plus remarquable soit sur le règne animal, soit sur la Géologie.

Prix Trémont. — Destiné à tout savant, artiste ou mécanicien auquel une assistance sera nécessaire pour atteindre un but utile et glorieux pour la France.

Prix Gegner. — Destiné à soutenir un savant qui se sera distingué par des travaux sérieux poursuivis en faveur du progrès des Sciences positives.

Prix Delalande-Guérineau.

Prix Jérome Ponti.

Prix Tchihatchef. — Destiné aux naturalistes de toute nationalité qui auront fait, sur le continent asiatique (ou îles limitrophes), des explorations ayant pour objet une branche quelconque des Sciences naturelles, physiques ou mathématiques.

Prix Houllevigue.

Prix Boileau.

Prix Cahours. — Décerné, à titre d'encouragement, à des jeunes gens qui se seront déjà fait connaître par quelques travaux intéressants et plus particulièrement par des recherches sur la Chimie.

Prix Saintour.

Prix Laplace. — Décerné au premier élève sortant de l'École Polytechnique.

Prix Rivot. — Partagé entre les quatre élèves sortant chaque année de l'École Polytechnique avec les nos 1 et 2 dans les corps des Mines et des Ponts et Chaussées.

1901

Grand prix des Sciences physiques. — Étudier la biologie des Nématodes libres d'eau douce et humicoles et plus particulièrement les formes et conditions de leur reproduction.

Prix Bordin. — Étudier l'influence des conditions extérieures sur le protoplasme et le noyau chez les végétaux.

Prix Fourneyron.

Prix Gay. — Faire connaître la distribution des plantes alpines dans les grands massifs montagneux de l'ancien monde.

Prix La Caze. — Décerné aux Ouvrages ou Mémoires qui auront le plus contribué aux progrès de la Physiologie, de la Physique et de la Chimie.

Prix Delesse. — Décerné à l'auteur, français ou étranger, d'un travail concernant les Sciences géologiques ou, à défaut, d'un travail concernant les Sciences minéralogiques.

Prix de la Fons Mélicocq. — Décerné au meilleur Ouvrage de Botanique sur le nord de la France, c'est-à-dire sur les départements du Nord, du Pas-de-Calais, des Ardennes, de la Somme, de l'Oise et de l'Aisne.

Prix Pourat. — Sur le refroidissement dû à la contraction musculaire. Détermination expérimentale des contractions et du mécanisme intime de ce phénomène.

Prix Jean Reynaud. — Décerné à l'auteur du travail le plus méritant qui se sera produit pendant une période de cinq ans.

Prix Leconte. — Décerné : 1° aux auteurs de découvertes nouvelles et capitales en Mathématiques, Physique, Chimie, Histoire naturelle, Sciences médicales ; 2° aux auteurs d'applications nouvelles de ces sciences, applications qui devront donner des résultats de beaucoup supérieurs à ceux obtenus jusque-là.

Prix Petit d'Ormoy. — Sciences mathématiques pures ou appliquées et Sciences naturelles.

Prix Gaston Planté. — Destiné à l'auteur français d'une découverte, d'une invention ou d'un travail important dans le domaine de l'Électricité.

Prix Kastner-Boursault. — Décerné à l'auteur du meilleur travail sur les applications diverses de l'Électricité dans les Arts, l'Industrie et le Commerce.

Prix Baron de Joest. — Décerné à celui qui, dans l'année, aura fait la découverte ou écrit l'Ouvrage le plus utile au bien public.

1902

Prix Fontanne. — Ce prix sera décerné à l'auteur de la meilleure publication paléontologique.

Prix Serres. — Décerné au meilleur Ouvrage sur l'Embryologie générale appliquée autant que possible à la Physiologie et à la Médecine.

Prix Vaillant.

1903

Prix Chaussier. — Sur l'Embryologie générale appliquée autant que possible à la Physiologie et à la Médecine.

Prix Estrade-Delcros.

Prix Bigot de Morgues.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MARDI 26 DÉCEMBRE 1899,

PRÉSIDENCE DE M. VAN TIEGHEM.

RENOUVELLEMENT ANNUEL

DU BUREAU ET DE LA COMMISSION CENTRALE ADMINISTRATIVE.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Vice-Président pour l'année 1900, lequel doit être choisi, cette fois, parmi les Membres appartenant aux Sections de Sciences physiques.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 41,

M. H. Milne-Edwards obtient.	38 suffrages,
M. Fouqué.	2 »
M. Bouchard	1 »

M. H. **Milne-Edwards**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est élu Vice-Président pour l'année 1900.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de deux de ses Membres qui devront faire partie de la Commission centrale administrative pendant l'année 1900.

MM. **Darboux** et **Bornet** réunissent la majorité des suffrages.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** adresse l'ampliation du Décret par lequel le Président de la République approuve l'élection de M. *Georges Lemoine*, dans la Section de Chimie, en remplacement de M. *Friedel*.

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **G. Lemoine** prend place parmi ses Confrères.

ASTRONOMIE. — *Note sur les travaux contenus dans le volume des* « *Annales de l'Observatoire de Paris de* 1897 »; par M. **Lœwy**.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie l'ensemble des travaux méridiens effectués à l'Observatoire de Paris pendant l'année 1897, ainsi que les observations obtenues aux deux équatoriaux de la terrasse supérieure. Le Volume qui les renferme inaugure une nouvelle série d'*Annales* se distinguant des Volumes précédents, aussi bien au point de vue du plan adopté pour l'exécution des études qu'à celui de la forme choisie pour la publication. Des raisons très importantes nous ont obligé d'abandonner les traditions suivies pendant de longues années.

» En effet, le travail fondamental exécuté à l'aide des instruments méridiens et auquel ont collaboré presque tous les Astronomes de l'Observatoire de Paris depuis cinquante ans, la revision des zones de Lalande, est complètement achevé. Mais, en dehors de cette cause purement accidentelle, un changement de plan nous a été imposé par les conditions nouvelles dans lesquelles s'accomplissent aujourd'hui un grand nombre de recherches astronomiques.

» Les études principales dévolues, jusqu'à l'époque moderne, aux instruments méridiens, consistaient dans la mesure des constantes fondamentales de l'Astronomie de précision et dans la détermination des positions relatives des astres dans l'espace. Mais, la Photographie ayant armé les Astronomes d'un nouveau et puissant instrument d'investigation leur permettant d'évaluer avec beaucoup plus de facilité et en plus grand nombre les coordonnées relatives des étoiles, le programme des travaux à effectuer aux instruments méridiens s'est trouvé notablement réduit. Toutefois, leur tâche reste encore très étendue et elle devient d'autant plus difficile qu'ils serviront surtout à étudier les questions les plus élevées de l'Astronomie de mesure. Ils seront, en outre, appelés à concourir à la solution de nouveaux problèmes d'une nature très délicate, tels que la variation de la latitude, la détermination de la parallaxe solaire, etc. Mais, lorsqu'on veut aborder des études d'une nature si complexe, il faut, pour les mener à bonne fin, confier leur exécution à des astronomes habiles, formés à la suite d'une longue expérience, capables de mettre à profit toutes les ressources de la Science moderne, et leur accorder la liberté nécessaire pour déployer cette initiative personnelle qui est la condition essentielle du succès de toute œuvre scientifique. Il s'agit, en effet, de progrès à réaliser dans un domaine où la culture intellectuelle a déjà atteint un niveau très élevé. La centralisation excessive des travaux méridiens qui existait jusqu'à présent, basée sur la collaboration d'un nombre considérable d'observateurs, étant de nature à paralyser tout esprit d'entreprise, ne pouvait être maintenue plus longtemps dans les conditions données.

» En s'inspirant de ces considérations, il fallait non seulement affecter les instruments méridiens à de nouvelles recherches, mais établir en outre une autre organisation du travail scientifique. Voici dans quelles conditions cette réforme a été réalisée :

» Nous possédons trois instruments méridiens; chacun d'eux, en général, est maintenant confié à deux astronomes, assistés d'un aide, et employé à l'étude d'une des questions les plus importantes de l'Astronomie de précision. Les observations ainsi effectuées sont réduites, discutées, publiées en forme de Mémoires, sous le nom des astronomes qui les ont accomplies; en assumant la responsabilité scientifique de leurs recherches, ils recueillent d'une manière intégrale l'honneur que comporte le succès de leurs efforts.

» Dans le présent Volume, on verra pour la première fois les travaux méridiens publiés en quatre Mémoires distincts. Le premier, émanant de

M. Boquet, a pour objet l'observation du Soleil, des grosses planètes et des étoiles les plus brillantes.

» Le second renferme les recherches entreprises par MM. Oltramare et Lancelin, assistés par M. J. Chatelu, en vue de déterminer avec la plus grande exactitude possible les distances polaires d'un certain nombre d'étoiles fondamentales. Le troisième, ayant pour auteurs MM. Barré, Viennet et Brandicourt, contient les positions de la Lune, des planètes et d'un certain nombre d'étoiles; il s'agit surtout ici de déterminer les positions précises des étoiles de repères du Catalogue de la Carte photographique du Ciel pour les zones dévolues à l'Observatoire de Paris. Le quatrième est relatif à la détermination de la latitude de l'Observatoire de Paris, étude entreprise à l'aide de nouvelles méthodes par MM. Renan, Perchot et Ebert.

» Les ressources normales du budget de l'Observatoire n'ayant reçu aucune augmentation depuis bien des années, tandis qu'au contraire l'activité du personnel a toujours été croissante, il a fallu imprimer les recherches méridiennes dans une nouvelle forme qui, tout en maintenant dans les Tableaux les données essentielles des observations, a conduit à une grande économie d'espace.

» Dans le but de rendre ces travaux aussi rigoureux que possible, l'ensemble des réductions effectuées par les observateurs est transmis au Bureau des Calculs qui les soumet à une vérification approfondie. En vérité, une section de ce Bureau exécute sous la direction de M. Bossert, une nouvelle réduction entièrement indépendante de celle des astronomes. Les étoiles de Lalande, ainsi que les astres mobiles, y sont en outre soigneusement comparés soit aux éphémérides, soit aux divers Catalogues d'étoiles.

» L'ensemble de ces travaux est dirigé personnellement par le Directeur de l'Observatoire, assisté de M. G. Leveau, astronome titulaire, chef-adjoint du Service méridien.

» Le Volume renferme, comme par le passé, les observations faites, d'une part, à l'équatorial de la tour de l'Ouest, par MM. Bigourdan et Fayet; et, d'autre part, à la tour de l'Est, par M. Callandreau.

» Le Volume contient, en outre, les résultats des observations de M. Bigourdan sur les nébuleuses et amas d'étoiles correspondant aux heures XX et XXI. On sait que cet astronome a commencé cette grande et belle étude en 1884 et en a déjà publié antérieurement plusieurs fascicules.

» Les observations météorologiques faites dans le courant de l'année 1897 terminent cette publication. »

PHYSIQUE. — *Sur le rayonnement des corps radio-actifs.* Note de M. **Henri Becquerel.**

« Depuis ma dernière Communication ([1]) relative à l'action d'un champ magnétique sur le rayonnement du radium, j'ai pu étudier de plus près ce phénomène. Il résulte des observations que je communique aujourd'hui que cette action du magnétisme ne semble pas être générale.

» M. et Mme Curie ont eu l'obligeance de me remettre un peu d'une préparation d'azotate de polonium, presque aussi active que le radium, soit pour rendre l'air conducteur, soit pour impressionner une plaque photographique non enveloppée. Le rayonnement de cette substance, placée dans un champ magnétique, n'a manifesté aucune influence de l'ordre de celle qu'on observe avec le radium. Ni les phénomènes de phosphorescence, ni les actions photographiques n'ont révélé aucune influence appréciable de la part du champ magnétique.

» Je citerai, en particulier, les expériences comparatives suivantes : Entre les pôles d'un électro-aimant, dans un champ magnétique, dont l'intensité a été de 4000, puis de 10000 unités C.G.S., on a placé la préparation de polonium; au-dessus de cette matière, à des distances qui ont été dans diverses expériences de 2^{mm} et de 1^{cm}, on a disposé horizontalement, soit dans le champ, soit en dehors du champ, une plaque photographique non enveloppée, car le rayonnement du polonium est considérablement absorbé par le papier noir. Dans ces conditions, après quelques minutes de pose, on obtient sur la plaque photographique une impression symétrique par rapport à la position de la source active, et cette impression est la même, lorsque l'électro-aimant est excité ou lorsqu'il ne l'est pas.

» Si au polonium on substitue du radium, dans les mêmes conditions d'expérience, on obtient avec le champ magnétique et sur une plaque enveloppée une impression rejetée dans le sens du courant qui produit le champ, et ayant l'aspect que j'ai signalé antérieurement.

» Le rayonnement de la préparation de polonium qui a été soumise à ces expériences ne subit donc pas les mêmes influences que celui du radium. On savait déjà que ces deux rayonnements sont très inégalement absorbés par diverses substances; ce fait avait été, sinon publié, du moins vu par

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXIX, p. 999.

M. et Mme Curie, lorsqu'ils ont découvert et préparé ces matières; j'ai eu également l'occasion de le signaler l'année dernière ([1]).

» On doit rapprocher de ces expériences une observation négative faite il y a quelque temps par M. et Mme Curie sur le rayonnement de l'uranium dans un champ magnétique.

» L'action magnétique révèle donc, dans les caractères du rayonnement des diverses préparations radio-actives, des différences profondes d'une nature différente de celles que manifestent les phénomènes d'absorption ([2]).

» En poursuivant les recherches que j'ai décrites dans ma dernière Note, j'ai recueilli diverses observations qui montrent que le rayonnement du radium, tout en se rapprochant considérablement des rayons cathodiques, ne semble pas avoir toutes les propriétés de ces rayons.

» Dans un champ magnétique qui, pour certaines expériences, a été rendu sensiblement uniforme, on a placé une petite quantité de radium sur une plaque photographique enveloppée de papier noir, horizontale et parallèle au champ; puis on a disposé à angle droit, normalement au champ, une seconde plaque photographique enveloppée de papier noir, et on l'a placée, dans diverses expériences, à diverses distances de la source radiante et des pièces polaires de l'électro-aimant. Après quelques minutes de pose, on obtient sur la plaque horizontale les courbes que j'ai décrites antérieurement, puis sur la plaque verticale une impression intense, limitée par une spirale dont le sens est celui du courant qui produit le champ.

» Dans un champ uniforme, l'origine de cette spirale est sensiblement au point de rencontre avec la plaque verticale d'une droite passant par la source et parallèle au champ, montrant que les rayons parallèles aux lignes de force ne sont pas déviés, ainsi que l'ont reconnu MM. Stefan Meyer et Schweidler. Ces rayons, rasant la plaque horizontale, ne donnent sur celle-ci aucune impression photographique.

» La spirale qui limite l'impression sur la plaque verticale est la trace, déformée par le champ, de la droite d'intersection des plaques horizon-

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXVIII, p. 776.

([2]) Depuis que j'ai communiqué cette Note à l'Académie, j'ai été informé que M. Giesel avait observé, avec du polonium et du radium, la déviation du rayonnement de ces substances par un champ magnétique. La préparation radio-active que M. Giesel a étudiée sous le nom de *polonium* doit être d'une autre nature que celle qui m'a été remise par M. Curie; cette observation date du 31 octobre 1899.

tale et verticale qui se comportent comme des écrans partiellement opaques. La tangente à la spirale à l'origine fait avec l'intersection des plaques, dans le sens du mouvement d'entraînement, un angle d'autant plus grand que la distance de la source à la plaque verticale est plus grande ou que le champ est plus intense.

» Ces expériences permettent de mesurer la déviation dans un champ magnétique. Si, comme il arrive pour les rayons cathodiques, on pouvait constater que le rayonnement transporte des charges électriques et est dévié dans un champ électrostatique, on sait que l'on pourrait déduire de la mesure des deux déviations la vitesse d'émission du rayonnement.

» Les expériences que M. et Mme Curie ont réalisées jusqu'ici et celles que j'ai faites avec un champ électrique très intense n'ont montré ni transport de charges électriques appréciables, ni déviation sensible dans un champ électrique.

» Les courbes que donnent les photographies montrent que la vitesse de propagation du rayonnement du radium est de l'ordre de grandeur de la vitesse de rotation communiquée par un champ magnétique de 4000 unités C.G.S.

» Les mesures qu'on peut effectuer sur ces courbes donnent le rapport entre la vitesse de propagation et la vitesse angulaire d'entraînement du rayonnement. Je publierai prochainement les résultats de ces mesures. Si l'on assimile un champ magnétique à un milieu animé de mouvements giratoires, et si l'on admet, comme une hypothèse compatible avec les résultats de mes recherches antérieures sur la polarisation rotatoire magnétique, que, pour un champ égal à l'unité C. G. S. dans l'air, la vitesse de rotation des tourbillons soit $2\pi \times 6,6 \times 10^5$ par seconde, on obtient pour la vitesse du rayonnement du radium des nombres tout à fait de l'ordre de grandeur de ceux qui ont été trouvés pour la vitesse des rayons cathodiques. »

BOTANIQUE. — *Cultures expérimentales sur l'adaptation des plantes au climat méditerranéen.* Note de M. **Gaston Bonnier**.

« Les plantes de la région méditerranéenne ont, en général, des caractères qui semblent en rapport avec le climat spécial de cette région. Ces plantes subissent le plus souvent deux périodes d'arrêt dans leur végétation annuelle : l'une en hiver, moins marquée que dans les régions tempérées;

l'autre en été, par suite de la grande sécheresse. Leur organisation permet aux végétaux méditerranéens de supporter un éclairement plus grand en même temps qu'une somme de chaleur plus élevée; elles ont, par suite, une assimilation chlorophyllienne énergique et doivent résister à une intense transpiration.

» Comme un grand nombre d'espèces répandues dans les régions tempérées font défaut dans le littoral méditerranéen, et inversement, comme la flore méditerranéenne contient un nombre considérable d'espèces spéciales, on peut se demander si les espèces ou les variétés qui croissent dans cette flore ont des caractères particuliers que ne peuvent acquérir les espèces ou variétés des régions plus froides. On peut aussi poser le problème autrement, et chercher si, dans une certaine limite tout au moins, les plantes des régions tempérées ne peuvent pas s'adapter au climat méditerranéen, en modifiant partiellement leur forme et leur structure.

» C'est cette dernière question que j'ai essayé de résoudre expérimentalement et, dans cette Communication, je donne un résumé des premiers résultats acquis, en me bornant aux changements obtenus dans la morphologie externe du végétal. J'exposerai plus tard les modifications de la structure anatomique.

» 1° *Établissement des cultures comparées.* — J'ai opéré sur un assez grand nombre d'espèces, parmi lesquelles je citerai les suivantes :

» *Teucrium Scorodonia, Rubus Idæus, Iris germanica, Euphorbia silvatica, Calamintha Clinopodium, Senecio Jacobæa, Veronica officinalis, Scabiosa Succisa, Scrofularia nodosa, Solidago Virga-aurea, Pulmonaria officinalis, Tanacetum vulgare, Aquilegia vulgaris, Primula officinalis, Ajuga reptans, Betonica officinalis, Fragaria vesca, Viola canina, Origanum vulgare, Stachys silvatica, Potentilla Tormentilla, Geum urbanum, Carex glauca, Helleborus fœtidus, Lysimachia vulgaris, Aira cæspitosa, Artemisia vulgaris, Robinia Pseudacacia, Fraxinus excelsior, Quercus sessiliflora, Fagus silvatica, Tilia silvestris, Evonymus japonicus, Ribes rubrum, Corylus Avellana, Syringa vulgaris, Ligustrum vulgare, Acer Pseudo-Platanus, Æsculus Hippocastanum, Carpinus Betulus, Picea excelsa, Pinus silvestris, Thuja occidentalis.*

» Pour chaque plante herbacée vivace, les touffes prises à Fontainebleau étaient divisées en touffes aussi semblables que possible, la moitié étant plantée sur les terrains du Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau, l'autre moitié sur un terrain situé dans la plaine de La Garde, près de Toulon. Pour presque tous les arbres ou arbrisseaux, mis en cultures

comparées, les deux lots, installés l'un près de Fontainebleau, l'autre près de Toulon, provenaient de boutures ou de marcottes comparables du même individu initial. Pour le Pin et l'Epicéa seulement, j'ai dû prendre des pieds différents aussi exactement semblables que possible et provenant d'un semis fait dans des conditions uniformes. En somme, sauf pour ces deux Gymnospermes, les plants d'une même espèce croissant aux environs de Paris ou dans la région méditerranéenne étaient des fragments analogues *d'un même être*, ce qui rend les comparaisons bien meilleures que si l'on opère avec des graines, surtout lorsqu'on se borne à ne cultiver qu'un petit nombre d'individus de la même espèce.

» Afin d'éliminer toute influence pouvant provenir de la composition chimique du sol, une partie de la terre sur laquelle ont été établies les cultures près de Toulon a été transportée, et les plants à comparer ont été installés sur cette terre de Toulon amenée à Fontainebleau. D'ailleurs un troisième lot de chaque espèce était cultivé en même temps sur la terre du Laboratoire, et l'on pouvait se rendre compte, de la sorte, que l'influence du changement de climat l'emportait de beaucoup, dans ces cultures, sur l'influence exercée par la nature du sol. Toutes les plantes ont été laissées dans les conditions naturelles des deux climats, sans arrosages ni soins d'aucune sorte, sauf le sarclage.

» Ces expériences ont été commencées en janvier 1898, et dès la première année ont déjà donné des résultats remarquables, dont l'importance n'a fait qu'augmenter dans la saison de 1899.

» Les échantillons à examiner ont été prélevés, pour chaque plante, dans les trois séries de cultures (Toulon sur terre de Toulon, Fontainebleau sur terre de Toulon, et Fontainebleau sur terre de Fontainebleau) à des moments déterminés de l'évolution de la plante : floraison, fructification, époque où les feuilles sont complètement différenciées, etc. Des récoltes, faites aux mêmes dates, n'auraient pas permis de faire des comparaisons précises, le développement annuel de chaque végétal se faisant à des époques différentes dans la région méditerranéenne et aux environs de Paris.

» 2° *Différences observées.* — Presque toutes les espèces cultivées dans ces conditions ont montré, dès la première saison, des différences notables dans leur forme et dans leur port, suivant qu'elles se trouvaient dans le climat méditerranéen ou dans le climat de la région parisienne.

» D'une manière générale, les plants cultivés dans la région méditerra-

néenne ont présenté : des tiges plus ligneuses, même pour les tiges qui ne vivent qu'un an; des feuilles relativement plus larges, plus épaisses, plus coriaces, à nervures mieux marquées, à dents moins nombreuses et moins aiguës, à limbe moins profondément divisé, et souvent plus longtemps persistantes; des rameaux plus divariqués ou des inflorescences plus étalées.

» Comme on devait s'y attendre, certaines espèces ont naturellement varié plus que les autres, et quelques-unes n'ont présenté que des différences fort peu sensibles; mais je n'ai noté, sur les plantes de ces cultures, aucune différence inverse de celles que je viens d'énumérer. Pendant la seconde saison, en 1899, toutes les modifications produites en 1898 se sont maintenues, et, en général, accentuées.

» Pour mieux préciser les résultats obtenus, je citerai les changements provoqués ainsi expérimentalement dans une même plante, par le changement de climat, pour un certain nombre des espèces citées plus haut.

» Parmi les plantes vivaces dont les parties aériennes n'évoluent que pendant une saison, on peut citer la Tanaisie (*Tanacetum vulgare*). Dans la région méditerranéenne, l'échantillon présente des feuilles moyennes moins divisées que les feuilles comparables des échantillons de Fontainebleau, à lobes plus confluents, souvent réunis entre eux au sommet de la feuille; les lobes secondaires ont des dents moins aiguës, et la direction générale de la feuille fait un angle plus grand avec la direction de la tige; les folioles forment aussi un angle bien moins aigu avec la direction du pétiole principal; enfin, dans leur forme générale, les feuilles sont plus larges, mesurant en moyenne $0^{m},17$ de longueur sur $0^{m},09$ de largeur, tandis que les feuilles comparables des échantillons de Fontainebleau mesurent $0^{m},18$ de longueur sur $0^{m},06$ seulement de largeur.

» Dans les régions analogues de la plante, la tige mesure environ 6^{mm} de largeur au lieu de $4^{mm},5$; elle est plus épaisse, non seulement d'une manière absolue, mais surtout par rapport aux feuilles. L'inflorescence totale est plus divariquée dans les échantillons de Toulon et le corymbe de capitules qui la termine est plat ou même concave au lieu d'être un peu convexe comme dans les échantillons de Fontainebleau.

» Le Seneçon (*Senecio Jacobœa*) présente des modifications encore plus frappantes. Cultivé dans la région méditerranéenne, il a acquis des feuilles larges, plates, à divisions très étalées et comme réunies entre elles à la base, presque tronquées au sommet, à limbe épais, tandis que les feuilles similaires des exemplaires de Fontainebleau sont très profondément divisées,

à lobes eux-mêmes découpés, à dents aiguës, à limbe mince. En comparant les exemplaires du Midi à ceux des environs de Paris, on ne croirait pas avoir sous les yeux deux échantillons de la même espèce, bien que tous ces plants proviennent de la même touffe initiale.

» Le Clinopode (*Calamintha Clinopodium*) est devenu, à Toulon, plus trapu, à tiges beaucoup plus épaisses, ligneuses vers la base, à feuilles plus étalées, relativement plus larges ($0^m,20$ de longueur sur $0^m,14$ de largeur au lieu de $0^m,30$ de longueur sur $0^m,13$ de largeur).

» La Pulmonaire (*Pulmonaria officinalis*) a des feuilles de formes très différentes dans la région méditerranéenne et à Fontainebleau. Les feuilles de la base ayant acquis tout leur développement mesurent, en moyenne, dans le Midi, $0^m,11$ de longueur sur $0^m,03$ de largeur, et aux environs de Paris $0^m,29$ de longueur sur $0^m,027$ de largeur.

» Des modifications de même ordre ont été obtenues avec des Graminées ou des Cypéracées. C'est ainsi que l'*Aira cæspitosa*, dont les feuilles de la base mesurent en moyenne $0^m,40$ sur $0^m,05$ de largeur à Fontainebleau, ont en moyenne $0^m,23$ de longueur sur $0^m,07$ de largeur à Toulon et sont, en outre, plus épaisses, plus coriaces et moins flexibles; l'inflorescence de la plante est, dans le Midi, beaucoup plus ramassée et à pédoncules bien plus courts. Il s'est produit des caractères différentiels de même ordre avec le *Carex glauca*.

» Les arbres et arbustes ont subi des modifications analogues et l'on y remarque particulièrement le développement plus grand des nervures des feuilles. Ce fait est spécialement frappant si l'on considère les nervures d'ordre tertiaire, qui sont plus épaisses et plus saillantes dans les échantillons méditerranéens. Le Troëne (*Ligustrum vulgare*) offre des rameaux plus étalés, à feuilles plus élargies (28^{mm} sur 15^{mm} au lieu de 30^{mm} sur 13^{mm}), moins dentées. Le Lilas (*Syringa vulgaris*) acquiert à Toulon des feuilles plus épaisses du double, et persistant bien plus longtemps sur les branches. Le Frêne (*Fraxinus excelsior*) développe des feuilles dont le contour général est plus large par rapport à la longueur, avec des folioles à dents moins aiguës et moins nombreuses. Le Framboisier (*Rubus idæus*) produit des feuilles de $0^m,12$ sur $0^m,10$, alors que les feuilles comparables des exemplaires de Fontainebleau mesurent $0^m,16$ sur $0^m,12$; les folioles sont aussi bien plus larges, à nervures plus développées, les tertiaires nettement saillantes. Le Marronnier (*Æsculus Hippocastanum*) est très remarquable par l'épaisseur que ses feuilles acquièrent dans le Midi, par ses nervures accentuées, les tertiaires faisant nettement

saillie, alors qu'elles restent absolument sans relief dans les exemplaires de Fontainebleau. Le Chêne (*Quercus sessiliflora*) a acquis en deux ans presque tous les caractères de la variété du Chêne Rouvre qui pousse naturellement dans la région méditerranéenne. Les feuilles deviennent moins profondément lobées, plus larges, plus coriaces, longtemps persistantes à l'état vert.

» 3° *Comparaison avec les espèces méditerranéennes naturelles.* — Un certain nombre des espèces mises en expérience croissent naturellement dans les deux climats considérés. Or, si l'on compare les échantillons naturels recueillis dans la région méditerranéenne à ceux qui leur semblent assez similaires dans la région parisienne, on observe souvent des différences importantes, à tel point que ces plantes sont décrites comme variétés de la même espèce ou même comme espèces différentes du même genre. Bien que les comparaisons ne puissent être établies solidement ainsi, par de simples observations, on remarque cependant que la plupart des différences observées entre deux plantes du même type sont dans le sens indiqué et précisé par les cultures expérimentales. C'est ainsi que le *Senecio nemorosus* de Jordan se rapproche par bien des caractères des exemplaires de *Senecio Jacobœa* issus de Fontainebleau mais ayant poussé à Toulon ; c'est ainsi que dans la région méditerranéenne la Chicorée sauvage (*Cichorium Intybus* L.) devient le *Cichorium divaricatum* Schousb., à rameaux écartés de l'axe, à feuilles plus coriaces et plus épaisses. Les échantillons obtenus à Toulon avec le Frêne ordinaire (*Fraxinus excelsior* L.) se rapprochent du *Fraxinus parvifolia* G. G. tel qu'on le trouve dans la région méditerranéenne. Les échantillons développés à Toulon de *Betonica officinalis* L. sont très comparables à l'espèce décrite sous le nom de *Betonica occitana* Jord. dans la région provençale, etc, etc.

» Enfin, si même on compare l'ensemble de toutes les plantes méditerranéennes à l'ensemble de toutes les plantes des régions tempérées, on y trouve des caractères beaucoup plus marqués que ceux dont nous venons de parler : la lignification des tiges et même des tiges annuelles peut devenir considérable et la proportion des plantes tout à fait ligneuses est fort augmentée; les plantes à feuilles épaisses, coriaces et persistantes sont beaucoup plus fréquentes; la forme des feuilles, classiquement représentées par celles du Myrte ou du Laurier, se simplifie tandis que leurs nervures sont très épaisses; les plantes à rameaux étalés ou à inflorescences divariquées sont en grand nombre, etc.

» En somme, en rapprochant les faits dont je viens de parler des résultats fournis par les cultures expérimentales, il est impossible de nier qu'un grand nombre d'espèces des régions tempérées puissent, dans une certaine mesure, changer de forme pour s'adapter au climat méditerranéen. De plus, les caractères provoqués par l'expérience se révèlent, bien qu'avec une intensité beaucoup moindre, comme analogues à ceux qu'on remarque chez les végétaux croissant naturellement sur le littoral méditerranéen et qui donnent à la Flore son aspect si spécial. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur la tautomérie de l'acide benzoylbenzoïque;* par MM. **A. Haller** et **A. Guyot**.

« Dans une Communication sur de nouveaux dérivés obtenus en partant de l'acide *o*-benzoylbenzoïque ([1]), nous avons essayé de donner une interprétation de la formation de diphénylphtalide aux dépens du chlorure de cet acide, en admettant pour ce chlorure la formule de constitution I, ce qui conduirait à donner à l'acide la formule II, au lieu de le considérer comme un acide cétonique III.

$$C^6H^4\left\langle\begin{array}{l} C\overset{\diagup Cl}{}-C^6H^5 \\ \diagdown\ \ \ \ \ \diagdown O \\ \ \ \ CO\diagup \end{array}\right. \qquad C^6H^4\left\langle\begin{array}{l} C\overset{\diagup OH}{}-C^6H^5 \\ \diagdown\ \ \ \ \ \diagdown O \\ \ \ \ CO\diagup \end{array}\right. \qquad C^6H^4\left\langle\begin{array}{l} CO.C^6H^5 \\ COOH \end{array}\right.$$

» Rappelons que M. Bredt ([2]), à la suite d'un travail effectué sur l'acide lévulique, acide γ-cétonique de la série aliphatique, avait considéré cette molécule comme une sorte d'oxylactone $\begin{array}{l} CH^2-C\overset{\diagup OH}{}-CH^3 \\ \ |\ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \diagdown O \\ CH^2-CO\diagup \end{array}$, et avait étendu ces considérations à l'acide benzoylbenzoïque. Ajoutons que la formation de l'acide benzoylbenzoïque, aux dépens du dichlorure de phtalyle et de la benzine, en présence d'une quantité limitée de chlorure d'aluminium, autorise encore, dans une certaine mesure, à attribuer à cet acide la fonc-

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CXIX, p. 139; 1894.
([2]) *Liebig's Annalen*, t. CCXXXVI, p. 225; 1886.

tion d'une oxylactone

$$C^6H^4\left\langle\begin{matrix}CCl^2\\ \diagdown O\\ CO\end{matrix}\right. + C^6H^6 = C^6H^4\left\langle\begin{matrix}C\begin{matrix}Cl\\ -C^6H^5\end{matrix}\\ \diagdown O\\ CO\end{matrix}\right. + HCl,$$

$$C^6H^4\left\langle\begin{matrix}C\begin{matrix}Cl\\ -C^6H^5\end{matrix}\\ \diagdown O\\ CO\end{matrix}\right. + H^2O = C^6H^4\left\langle\begin{matrix}C\begin{matrix}OH\\ -C^6H^5\end{matrix}\\ \diagdown O\\ CO\end{matrix}\right. + HCl.$$

» Mais, dans beaucoup de réactions, chlorure et acide *o*-benzoylbenzoïques se comportent nettement comme des molécules γ-cétoniques. Il devenait donc intéressant de s'assurer, par la préparation de combinaisons éthérées, si les deux modifications tautomères de l'acide pouvaient exister sous la forme d'éthers méthyliques, dans des circonstances déterminées. Cette tentative était d'autant plus justifiée que M. Wegschneider (¹) est arrivé, par un procédé analogue, à mettre en évidence la tautomérie d'un acide γ-aldéhydique, l'acide opianique, qui, selon le mode d'éthérification employé, donne naissance à deux éthers méthyliques isomères. Nous avons donc éthérifié l'acide benzoylbenzoïque par cinq méthodes différentes, dans le but d'obtenir l'éther normal et le pseudo-éther.

» 1° *Éther méthylique obtenu par éthérification directe.* — Une solution d'une partie d'acide benzoylbenzoïque dans cinq parties d'alcool méthylique est saturée par du gaz chlorhydrique sec, puis abandonnée pendant vingt-quatre heures et évaporée au tiers de son volume primitif. Le liquide visqueux ainsi obtenu est étendu de dix fois son volume d'eau et agité avec l'éther. Après avoir été lavée au carbonate de soude, la solution éthérée est séchée sur du chlorure de calcium, puis abandonnée à l'évaporation spontanée sous une cloche à dessiccation. On obtient une huile épaisse, incolore, qui ne tarde pas à se fondre en une masse cristalline, blanche, dure et cassante, qu'on débarrasse, par expression entre des doubles de papier à filtre, de traces de produit visqueux qui y adhère. Le produit, cristallisé dans un mélange d'éther et d'éther de pétrole, se présente sous la forme de prismes transparents, fondant à 52°, et dont de nouvelles cristallisations ne modifient pas le point de fusion. Rendement : 85 pour 100 de la théorie.

» 2° *Éther méthylique obtenu par action de* CH^3I *sur le sel d'argent.* — Une partie de benzoylbenzoate d'argent a été mise en suspension dans dix parties de ben-

(¹) *Monatshefte f. Chemie*, t. XIII, p. 252; 1892.

zine pure, puis additionnée d'iodure de méthyle, bien neutre, en léger excès, et chauffée au réfrigérantascendant pendant deux heures. La solution benzénique laisse déposer, après filtration, des cristaux qui, après purification, fondent à 52°. Rendement presque théorique.

» 3° *Éther obtenu par action du méthylate de sodium sur l'anhydride benzoylbenzoïque.* — On met en suspension une partie d'anhydride finement pulvérisé dans cinq parties d'alcool méthylique absolu, et l'on ajoute la quantité théorique de méthylate de sodium. Après avoir chauffé, pendant quelques minutes, au réfrigérant ascendant, on évapore à sec au bain-marie. Le produit est traité par l'eau et par l'éther, et la solution éthérée, après avoir été lavée au carbonate de soude et séchée sur du chlorure de calcium, fournit une masse qu'on purifie et fait cristalliser comme il est dit plus haut. On obtient ainsi des cristaux prismatiques fondant à 52° et qui ressemblent en tous points aux éthers 1° et 2°.

» 4° *Éther préparé par action du méthylate de sodium sur l'anhydride mixte acétylbenzoylbenzoïque.* — Une partie d'anhydride, préparé par le procédé Pechmann, est dissoute dans cinq parties d'alcool méthylique absolu, et la solution est additionnée de la quantité théorique de méthylate de sodium pur. Le mélange, après avoir été chauffé au réfrigérant ascendant, est évaporé à sec et le résidu est traité par l'eau et l'éther. La solution aqueuse renferme de l'acétate de sodium, tandis que la liqueur éthérée contient le benzoylbenzoate de méthyle, qu'on fait cristalliser. Prismes transparents fondant à 52°. Rendement : 90 pour 100.

» Comme on le voit, dans cette double décomposition entre le méthylate de soude et l'anhydride mixte, c'est le groupement acide le plus riche en carbone qui entre en réaction avec l'alcool, tandis que le sodium se combine au reste le moins carboné :

$$C^6H^4\begin{cases}CO\,C^6H^5\\CO-O-CO\,CH^3\end{cases} + CH^3ONa = C^6H^4\begin{cases}CO\,C^6H^5\\CO\,O\,CH^3\end{cases} + CH^3.CO\,ONa.$$

» L'un de nous et M. Umbgroves ([1]) avions déjà observé une réaction analogue avec l'anhydride acétylbenzoylbenzoïque tétrachloré et le méthylate de sodium.

» 5° *Éther obtenu par l'action de l'alcool méthylique sur le chlorure de l'acide benzoylbenzoïque.* — On dissout, à froid, une partie de chlorure bien cristallisé dans dix parties d'alcool méthylique absolu; la solution est alors portée à l'ébullition, puis concentrée au tiers de son volume primitif, étendue de dix parties d'eau et traitée exactement comme dans le cas de l'éthérification directe. On obtient ainsi des cristaux ayant même habitus et un point de fusion identique à ceux obtenus par les autres méthodes, mais avec un plus faible rendement et moins purs du premier jet. Lors de l'expression entre les doubles de papier à filtrer, ils ont abandonné une quantité de produits huileux qui représentait environ le $\frac{1}{10}$ de leur poids.

» *Conclusions.* — Quel que soit le mode opératoire employé, on obtient

---

([1]) A. Haller et H. Umbgroves, *Comptes rendus*, t. CXXIX, p. 90; 1899.

toujours le même éther, cristallisant en prismes fondant à 52°. Or, comme le procédé de préparation, décrit en 2°, exclut, dans une certaine mesure, l'existence d'une forme lactonique du composé benzoylbenzoïque mis en jeu, il faut admettre, ou bien que les deux formes d'éther n'existent pas et que, seule, la forme $C^6H^4\left\langle\begin{matrix} CO\,C^6H^5 \\ COOCH^3 \end{matrix}\right.$ est susceptible de prendre naissance, ou bien que la seconde forme $C^6H^4\left\langle\begin{matrix} C\begin{matrix} \diagup OCH^3 \\ -C^6H^5 \\ \diagdown O \end{matrix} \\ CO \diagup \end{matrix}\right.$ n'est pas stable et se transpose aussitôt formée. »

M. **Albert Gaudry** présente à l'Académie le résumé d'un travail de M. *Erland Nordenskjold*. Il s'exprime dans les termes suivants :

« Notre éminent associé M. Nordenskjold m'envoie de Stockholm une Note de son fils Erland, intitulée : *La grotte du Glossotherium (Neomylodon) en Patagonie*. Comme cette Note dépasse les limites accordées dans les *Comptes rendus,* je crois devoir en donner le résumé à l'Académie.

» L'animal de la Cueva Eberhardt, qui a été l'objet des recherches de MM. Otto Nordenskjold, Florentino Ameghino, Lönnberg, Smith Woodward, Hauthal, Santiago Roth, Lehman-Nitsche, vient d'être étudié par M. Erland Nordenskjold, au moyen d'une multitude d'échantillons qu'il a recueillis lui-même en Patagonie et qu'il a comparés avec les pièces de l'important Musée de Copenhague.

» M. Erland Nordenskjold adopte l'opinion que cet édenté nommé *Neomylodon Listai* par M. Ameghino, dont on a trouvé des peaux garnies de poils et des excréments, est une espèce déjà connue à l'état fossile; ce serait le sous-genre de *Mylodon,* appelé *Glossotherium Darwini,* auquel on a aussi donné le nom de *Grypotherium.*

» M. Erland Nordenskjold prétend qu'on n'a pas de preuves que cette singulière créature ait été domestiquée, ainsi que le dit M. Hauthal, et il repousse le nom de *Grypotherium domesticum.*

» Il y a plusieurs grottes auprès de la ferme Eberhardt. Elles sont ouvertes dans des conglomérats formés de fragments de porphyres et d'autres roches cristallines; M. Nordenskjold a exploré ces diverses grottes. Il a fait dans la principale des fouilles méthodiques, en tenant

compte du contenu de chaque couche. Il distingue trois couches qui sont de haut en bas :

» *Couche A.* — Elle renferme des cendres, du foin, des coquilles de *Mytilus*, des objets d'industrie, des os fendus pour en retirer la moelle; ces os proviennent tous d'animaux vivant dans le pays.

» *Couche B.* — On y trouve des cendres avec des os d'*Auchenia lama* et d'un Équidé auquel M. Roth a appliqué le nom d'*Onohippidium Saldiasi* Moreno. Des feuilles et des branches d'arbres indiquent que, lors de sa formation, le pays était boisé.

» *Couche C.* — Elle repose sur le fond rocheux de la grotte; elle a 1^m d'épaisseur. M. Nordenskjold n'y rencontre plus des branches et des feuilles d'arbres, mais seulement des herbes; il en conclut que, lors de sa formation, le pays était, comme les Pampas, couvert d'herbes et dépourvu d'arbres. Il déclare que c'est dans cette couche seulement qu'il a recueilli les os du *Glossotherium Darwini;* ils y sont très nombreux. Il a rencontré auprès d'eux beaucoup d'excréments non fossilisés qu'il attribue au *Glossotherium*, parce qu'ils sont mêlés aux poils de cet Édenté. Il a rapporté aussi des restes d'un grand *Felis onca*, d'un *Marauchenia*, de l'*Onohippidium Saldiasi*, un rocher d'un enfant et une courroie.

M. Erland Nordenskjold pense que la peau du *Glossotherium* rapportée par M. Otto Nordenskjold et décrite par M. Lönnberg a été recueillie dans la couche *B*, mais qu'elle pourrait provenir originairement de la couche *C* d'où elle aurait été tirée par les hommes.

En résumé, il croit que le *Glossotherium* de la Cueva Eberhardt ne vit plus de nos jours, mais que cependant il appartient à des temps moins anciens que l'époque quaternaire. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section de Géographie et Navigation.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 44,

M. le général Gallieni obtient	42	suffrages,
M. Savorgnan de Brazza.	2	»

M. le général **Gallieni**, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. F. **Martin** soumet au jugement de l'Académie un appareil destiné à l'arrêt instantané des chevaux emportés.

(Commissaires : MM. Marey, Maurice Lévy.)

M. **Lambert-Roynin** adresse une Note relative à un principe pouvant servir à la direction des ballons.

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

CORRESPONDANCE.

M. H. **Poincaré**, Président du Bureau des Longitudes, présente l'*Annuaire du Bureau des Longitudes pour l'année* 1900. Il signale, parmi les innovations introduites cette année, l'adoption du temps moyen civil compté de 0^h à 24^h et un Tableau des équivalents électrochimiques des corps simples.

M. Ch. **Méray**, nommé Correspondant pour la Section de Géométrie, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. **Rosenbusch**, nommé Correspondant pour la Section de Minéralogie, adresse ses remercîments à l'Académie.

MM. **de Beaumont**, **J. Becquerel**, **Besnoit** et **Cuillé**, **Blondlot**, **Bonjour**, **Carvalho**, **Caullery** et **Mesnil**, **Cestan**, **Courmont** et **Doyon**, **Jules Drach**, **Engel**, **Giard**, **Kilian**, **Lécaillon**, **Le Hello**, **E. Le Roy**, **Morat**, **Nyrén**, **Partiot**, **A. Rateau**, **Louis Roule**, **Schlagdenhauffen** et **Reeb**, **Vaillard**, Marquis **de Vogüé** (Président de l'*Office central des Œuvres de Bienfaisance*), **Zeemann** et **Weiss** adressent des remercîments à l'Académie pour les distinctions accordées à leurs travaux.

ASTRONOMIE. — *Observation de l'éclipse de Lune du* 16 *décembre* 1899 *à l'équatorial photographique, à Toulouse.* Note de M. **Montangerand**, présentée par M. Lœwy.

« Pendant l'éclipse partielle de Lune du 16 décembre, 12 clichés ont été obtenus à l'équatorial photographique de l'observatoire de Toulouse : 8 des différentes phases du phénomène, 4 en vue d'expériences diverses. Il a paru utile de donner les résultats des premiers, faits avec des plaques Lumière : rapides, lentes, ou panchromatiques.

» I. *Plaque lente* (pose : 3 secondes). — 16 minutes après l'entrée de la Lune dans l'ombre.

» La partie éclairée de l'astre donne une image très nette avec de nombreux détails. La partie cachée ne vient pas, mais le contour du disque est apparent.

» II. *Plaque rapide* (pose : 1 seconde). — 23 minutes après l'entrée dans l'ombre.

» La partie brillante est surposée; le reste apparaît, mais sans détails précis; le bord obscur est très nettement dessiné.

» III. *Plaque lente* (pose : 3 secondes). — 42 minutes après l'entrée dans l'ombre.

» Seule, la partie éclairée est obtenue et avec détails.

» VI. *Plaque panchromatique* (pose 20 minutes). — Le milieu de la pose était à 8 minutes avant le milieu de l'éclipse.

» Le phénomène est alors dans son maximum. Le bord resté brillant ne donne que peu de détails; l'image est noircie par un voile intense. Quant au reste du disque lunaire, il est vu très distinctement; on reconnaît tous les détails de la surface.

» VII. *Plaque panchromatique* (pose : 15 minutes). — 17 minutes (milieu de la pose) après le milieu de l'éclipse. Le moment du minimum de lumière est passé; la partie éclairée est plus étendue; son image est plus noire sur le cliché. En revanche, la netteté du reste du disque est complète; le cliché montre tous les détails, ou à peu près, habituellement reconnus dans les poses sur la pleine Lune. Ce cliché est supérieur au précédent. VI et VII contiennent de nombreuses traînées d'étoiles voisines de la Lune.

» VIII. *Plaque rapide* (pose : 10 minutes). — 39 minutes avant la sortie de l'ombre.

» On avait placé devant la plaque, sur l'image de la moitié éclairée de l'astre, un écran noir; mais, en raison des difficultés de cette opération, le cliché est fortement surposé. Aucun détail.

» IX. *Plaque rapide* (pose : 2 secondes). — 16 minutes avant la sortie de l'ombre.

» Le disque étant presque entièrement brillant, il y a surpose. Le bord obscur ne donne que ses contours.

» XI. *Plaque lente* (pose : 3 secondes). — 1 minute avant la sortie de l'ombre.

» L'image est très nette; un bord seul est encore légèrement échancré.

» Le ciel était un peu nuageux pour la pose I, mais très beau pour toutes les autres. Les images dans le champ de la lunette-pointeur étaient assez bonnes.

» On a pointé généralement sur des pics; mais pour VI, VII, VIII sur une tache ronde, blanche et bien définie du disque obscur.

» L'instrument étant réglé sur le mouvement des étoiles, il a fallu employer les rappels. L'astre étant à peu près au lunistice et son déplacement en déclinaison étant par conséquent faible, la conduite dans ce sens de l'instrument était ainsi facilitée.

» De l'examen comparatif des clichés VI et VII il résulte que VII est préférable. Une pose de quinze minutes, ou à peu près, est donc suffisante pour obtenir l'image du disque, caché dans l'ombre, avec tous ses détails, au moins pour la présente éclipse.

» J'ai comparé les clichés actuels à ceux obtenus pendant l'éclipse totale du 27 décembre 1898 (voir *Comptes rendus* du 2 janvier 1899).

» Les premiers sont supérieurs aux seconds, comme étendue de la surface obscure reproduite. Le 27 décembre 1898, pendant la totalité une portion notable du disque était sensiblement plus éclairée que le reste, et ce contraste s'est représenté sur les clichés correspondants, tandis que pour l'éclipse du 16 décembre dernier, à part le bord resté hors du cône d'ombre, le disque était d'une lumière assez uniforme. Aussi les clichés actuels donnent toute la surface cachée dans l'ombre; ceux du 27 décembre 1898 n'en montrent qu'une partie, très notable d'ailleurs.

» Dans ces deux phénomènes, des plaques panchromatiques ont été employées et des poses de quinze minutes obtenues. Il semble bien que ce genre de plaques et cette durée donnent les meilleurs résultats pendant les éclipses totales ou presque totales.

» Des épreuves sur papier (positives) des quatre clichés I, II, VI, VII

décrits dans les lignes qui précèdent, soumises à l'Académie, donnent assez bien l'idée des clichés originaux, quoiqu'elles leur soient sensiblement inférieures. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la nouvelle planète* EY (*Charlois*) *faites à l'observatoire de Besançon, avec l'équatorial coudé*, par M. **P. Chofardet**. Note transmise par M. L.-J. Gruey, présentée par M. Lœwy.

Dates. 1899.	Étoiles.	Grandeur.	Planète. — Étoile. Ascension droite.	Planète. — Étoile. Distance polaire.	Nombre de comparaisons.
			m s		
Décembre 8......	*a*	9	−1.45,21	+10′.34″,8	15:12
9......	*a*	9	−2.38,95	+ 7.15,8	12:16
11......	*b*	6	+3. 6,60	+ 0.28,9	12:16
12......	*b*	6	+2.10,20	— 3.14,5	12:16
13......	*b*	6	+1.18,12	— 6.48,8	12:10

Positions des étoiles de comparaison.

Étoiles de compar.	Ascension droite moyenne 1899,0.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne 1899,0.	Réduction au jour.	Autorités.
	h m s	s			
a	4.35.43,16	+5,70	75°.22′.20″,2	— 9″,9	Yarnall, 1981
a	»	+5,70	»	— 9,8	»
b	4.28. 6,79	+5,71	75.22. 4,8	—10,7	Glascow I, 1099
b	»	+5,72	»	—10,7	»
b	»	+5,72	»	—10,7	»

Positions apparentes de la planète.

Dates. 1899.	Temps moyen de Besançon.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s	h m s			
Déc. 8.....	10.47. 4	4.34. 3,65	$\bar{2},825_n$	75°.32′.45″,1	$0,678_n$
9.....	9.41.56	4.33. 9,91	$\bar{1},233_n$	75.29.26,2	$0,689_n$
11.....	9.27.25	4.31.19,10	$\bar{1},253_n$	75.22.23,0	$0,689_n$
12.....	10. 6. 5	4.30,22,71	$\bar{1},021_n$	75.18.39,6	$0,679_n$
13.....	9.11.32	4.29.30,63	$\bar{1},279_n$	75.15. 5,3	$0,690_n$

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Organisation de l'enregistrement quotidien de la Chromosphère entière du Soleil à l'observatoire de Meudon. Premiers résultats.* Note de M. **H. Deslandres**, présentée par M. Janssen.

» J'ai organisé déjà l'enregistrement quotidien de la Chromosphère entière du Soleil à l'Observatoire de Paris, après des recherches nombreuses sur la question. (Voir, en particulier, *Comptes rendus*, t. CXIII, p. 307; t. CXIV, p. 276 et 578; t. CXV, p. 222; t. CXVII, p. 716 et 1053; t. CXVIII, p. 842 et 1312; t. CXXVI, p. 879.)

» En février 1892, M. Hale, directeur de l'observatoire de Chicago, et moi, nous annonçons que le spectre des facules solaires contient des raies brillantes violettes, identifiables avec les raies H et K attribuées au calcium; ce qui assure la photographie des vapeurs correspondantes sur le disque et, d'autre part, aussi la photographie des protubérances, vainement tentée jusqu'alors.

» Je montre, de plus, que ces mêmes raies brillantes apparaissent sur le disque entier plus ou moins fortes et décèlent, en réalité, la chromosphère ou partie basse de l'atmosphère solaire (telle qu'on la verrait isolée de la surface du disque), dans la partie très étendue qui est projetée sur le disque, et qui jusqu'alors avait échappé à l'observation.

» Ce résultat est une extension nouvelle de la méthode spectrale qui a été inaugurée en 1868 par MM. Janssen et Lockyer, et qui, jusqu'en 1892, a assuré par l'observation oculaire la reconnaissance journalière des protubérances et de la chromosphère au bord extérieur.

» Dès le début, j'ai réclamé l'enregistrement quotidien et même continu de la chromosphère entière du Soleil par ces moyens nouveaux; et, à partir de 1893, j'ai organisé à l'Observatoire de Paris deux spectrographes automatiques enregistreurs appelés *spectrographe des formes* et *spectrographe des vitesses*. Le premier donne la chromosphère projetée sur le disque avec ses plages brillantes, et aussi, mais avec une pose plus longue, les protubérances du bord extérieur. Le second donne les mouvements des vapeurs chromosphériques dans le sens du rayon visuel et, en plus, l'épaisseur de la chromosphère au bord.

» J'ai organisé ces mêmes appareils à l'observatoire de Meudon, avec l'assentiment et le concours du directeur, M. Janssen, grâce à une subven-

tion spéciale que l'Académie a bien voulu m'accorder. Je présente dans cette Note la description générale de l'appareil établi à Meudon, qui diffère de celui de Paris, et les premiers résultats obtenus. Il sera question seulement du spectrographe des formes, le spectrographe des vitesses étant réservé pour une Note ultérieure.

» L'appareil comprend deux parties principales : 1° un sidérostat qui renvoie dans une direction constante les rayons solaires réfléchis et qui, complété par un objectif astronomique, donne une image du Soleil réelle et fixe; 2° un spectrographe mobile à deux fentes, qui reprend cette image réelle et en extrait la lumière spéciale de l'atmosphère solaire sous la forme d'une ligne lumineuse, la lumière de la surface de l'astre étant éliminée, et qui, par le mouvement de la ligne lumineuse, reconstitue l'image même de l'atmosphère solaire et de ses plages brillantes.

» A Paris le sidérostat est du type Foucault; les rayons sont réfléchis horizontalement, et j'ai pu facilement augmenter la distance focale de l'objectif et obtenir successivement deux séries de photographies de la chromosphère de valeur croissante :

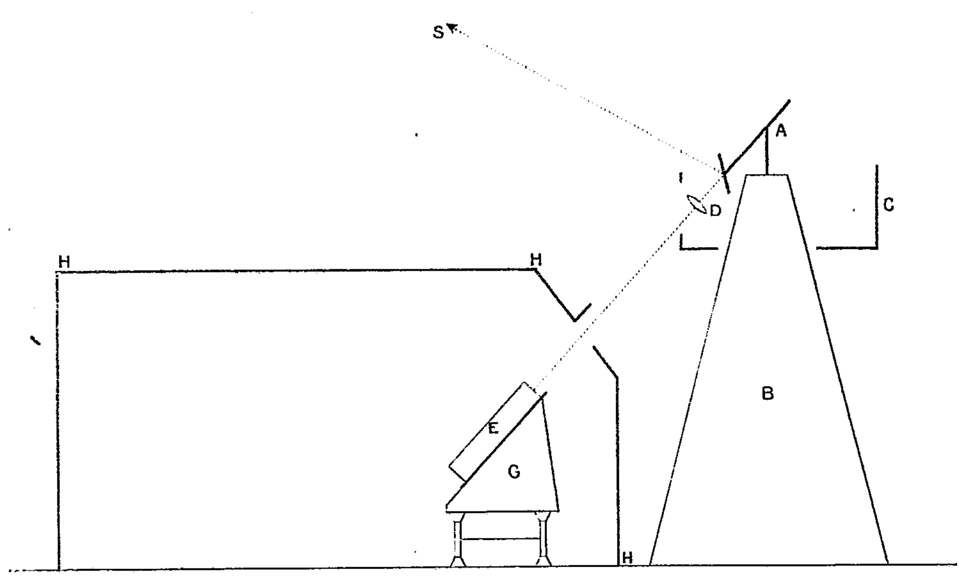
» *Première série : de* 1893 *à* 1896 *inclus.* — Objectif de $0^m,12$ et de $2^m,80$ de distance focale. Agrandissement 2 par le spectrographe. Image finale de la chromosphère de 50^{mm} de diamètre.

» *Deuxième série :* 1897 *et* 1er *semestre de* 1898. — Objectif de $0^m,30$ et de 5^m de distance focale. Agrandissement 1,7 par le spectrographe. Image finale de la chromosphère de 85^{mm}.

» A Meudon le seul sidérostat existant a été mis à ma disposition par M. Janssen. Il est polaire, plus simple que le précédent et de marche plus régulière, mais ne se prête pas aux grandes distances focales. Les rayons solaires sont réfléchis suivant une ligne parallèle à l'axe du monde, donc très inclinée sur l'horizon, le long de laquelle sont disposés l'objectif et le spectrographe. Le dessin schématique ci-contre montre la disposition adoptée. A la partie supérieure est le sidérostat sur un pilier indépendant dont la hauteur a été réglée sur la distance focale ($3^m,20$) du seul objectif disponible d'ouverture égale à $0^m,20$. Le spectrographe et son chariot mobile sont à la partie inférieure, dans un bâtiment spécial que l'on a recouvert en pierre, terre et chaume, pour diminuer les variations de température. L'agrandissement par le spectrographe a été porté à trois fois; si bien que l'image chromosphérique atteint 92^{mm} et est plus grande que les deux précédentes.

» Le pilier du sidérostat et le bâtiment annexe ont été construits en 1898; et, pendant le premier semestre de 1899, le sidérostat et le spectrographe, avec leurs nombreux accessoires, ont été mis en place [1].

Coupe schematique verticale (dans le plan méridien) qui montre la disposition générale du sidérostat et du spectrographe.



A, Sidérostat polaire.
B, Pilier massif qui porte le sidérostat.
C, Galerie faisant le tour du sidérostat et indépendante du pilier.
D, Objectif astronomique.
E, Spectrographe.
G, Chariot mobile sur roues portant le spectrographe.
HH, Bâtiment avec appentis recouvert de terre et chaume.
S, Direction du Soleil.

» En juin 1899 j'ai commencé la troisième série de photographies de la chromosphère. Je présente à l'Académie plusieurs épreuves qui donnent, les unes la chromosphère projetée sur le disque, les autres les protubérances du bord extérieur. Les résultats généraux sont les suivants :

» Les épreuves de l'année 1899 offrent un intérêt spécial, à cause du

---

[1] Le spectrographe a été payé en partie avec la subvention fournie par l'Académie; les autres dépenses (bâtiments, accessoires) ont été supportées par les budgets des bâtiments civils et de l'observatoire.

voisinage d'un minimum de taches. Les premières épreuves de 1892 et 1893, au contraire, ont été faites au moment du maximum de taches et de facules. L'image chromosphérique offrait alors de larges plages très brillantes à l'emplacement des facules du disque, et, en outre, de petits maxima de lumière formant ce que j'ai appelé le *réseau chromosphérique*. La présence de ces maxima avait été contestée dans la région polaire; mais j'ai montré qu'ils existaient aux pôles comme en tous les autres points du disque. De même, j'ai obtenu le réseau chromosphérique sur le disque entier, en 1897 et 1898, alors que le pôle n'offrait plus de facules visibles. Enfin, les épreuves de cette année le montrent également complet sur toute la surface, même lorsque le disque entier est dénué de taches et aussi de facules appréciables.

» Le réseau chromosphérique semble donc permanent; il est d'ailleurs persistant, en ce sens qu'il conserve en général la même forme au même point pendant plusieurs heures. Il apparaît souvent formé par des sortes de mailles qui, en 1898, avaient paru moins nombreuses que les années précédentes ([1]). Les épreuves de l'année 1899, plus rapprochée du minimum, ne confirment pas cette diminution, difficile à apprécier, d'ailleurs, à cause des différences entre les appareils employés successivement et aussi parce que les mailles ne sont pas également nettes. Il est seulement très probable que l'intensité du réseau a diminué par rapport aux annexes du maximum.

» Dans une Note prochaine, je présenterai les résultats du spectrographe des vitesses qui donne les vitesses et l'épaisseur de la chromosphère, c'est-à-dire des éléments susceptibles de varier pendant la période solaire. »

([1]) Le réseau est constitué plutôt par des masses brillantes isolées, qui souvent se soudent et forment alors des mailles. Puis, parfois, l'éclat de la maille augmente, et une facule est alors visible au point correspondant de la surface du disque; enfin parfois, au milieu de la maille, apparaît une tache. Les mailles les plus intenses et les plus larges correspondent aux plus fortes facules et taches. D'ailleurs, dans le réseau chromosphérique, on peut distinguer les régions à masses isolées, les régions à mailles nettes et les régions intermédiaires entre les deux précédentes. Les mailles ont souvent des formes polygonales qui rappellent les images formées par les bords des cratères enchevêtrés dans certaines parties de la Lune. Dans les deux cas, les mailles chromosphériques et les bords des cratères lunaires correspondent à des parties élevées de la surface de l'astre.

Remarques sur la précédente Communication; par M. J. **Janssen**.

« Ainsi que le dit M. Deslandres, la Communication ci-dessus vise le commencement d'observations qui doivent être continuées régulièrement et constituer un véritable service de l'observatoire.

» A côté des photographies qui nous donnent l'état de la surface solaire, il est intéressant d'obtenir également des photographies nous renseignant sur l'existence des facules et des protubérances. Ces documents sont même indispensables pour connaître l'état général du globe solaire au point de vue photosphérique et chromosphérique, c'est-à-dire au point de vue des phénomènes de la surface du globe solaire. L'immense atmosphère coronale et ses annexes restent encore en dehors de nos études journalières. A cet égard, il y aura à créer des méthodes nous permettant leur étude journalière. Alors le cycle de ces études sera complet.

» Les études de M. Deslandres sur ce sujet avaient été commencées par lui à l'Observatoire de Paris. J'ai tenu à lui créer à Meudon une installation qui lui permît de les continuer et de les développer, et, sous ce rapport, nous avons fait tout ce que les ressources de l'observatoire permettaient. Les fonds que l'Académie a bien voulu lui accorder à ma demande l'ont également beaucoup aidé au point de vue instrumental.

» On sait que la méthode employée ici repose en principe sur celle que j'ai proposée en 1869 (¹) et qui consiste dans l'emploi d'une seconde fente permettant d'isoler dans le spectre obtenu à l'aide de la première une radiation déterminée.

» MM. Hale et Deslandres ont fort habilement appliqué ce principe et, par son aide, ont obtenu les intéressants résultats qu'on connaît et auxquels je suis heureux d'applaudir. A cet égard; et c'est là surtout le but de ces remarques, je voudrais appeler l'attention sur l'intérêt des comparaisons qu'il y aurait à faire, pour un même instant, entre les photographies solaires ordinaires et ces photographies spéciales des facules et des protubérances. Ces comparaisons conduiraient à fixer les rapports qui existent entre ces diverses manifestations solaires.

» Il y a là une voie qui serait certainement féconde en résultats. »

(¹) *Comptes rendus,* 11 janvier et 28 mars 1869.

ÉLECTRICITÉ. — *De l'emploi des courants triphasés en Radiographie.* Note de M. **Delézinier**, présentée par M. Lippmann.

« Les courants triphasés, employés de préférence dans les secteurs de construction récente, n'ont pu jusqu'à présent être utilisés en Radiographie. En 1896, des vues théoriques ont été émises sur la possibilité de leur emploi à l'aide de trois bobines actionnant une ampoule à trois pôles. De l'avis des principaux constructeurs, ce dispositif n'a pas même été expérimenté. A la date du 26 septembre 1899, il résultait des expériences de Radiguet que, si l'on relie une bobine par les deux bouts de son inducteur à deux quelconques des fils d'un triphasé, il ne jaillit pas d'étincelles entre les pôles de l'induit, mais il s'y produit une flamme analogue à celle de Tesla; l'ampoule refuse de s'éclairer, et si par le chauffage on diminue la raréfaction, elle s'éclaire un instant dans toute son étendue et se brise.

» M. Radiguet m'ayant confié le matériel utilisé par lui dans ses essais sur le secteur triphasé de Limoges (50 pulsations, 120 volts), j'ai fait, de septembre à décembre 1899, des recherches d'où il résulte que :

» 1° Aucune ampoule placée sur l'induit ne s'éclaire si l'on excite la bobine par une prise sur deux quelconques des fils d'un triphasé. En diminuant la raréfaction, on voit l'ampoule s'éclairer uniformément quelques secondes, puis se briser.

» 2° Des interrupteurs divers (type Foucault ou Neef), mis dans le primaire, refusent de fonctionner. Le Wehnelt à réglage ne prend pas un régime régulier. En amenant la durée d'oscillation propre des interrupteurs au synchronisme avec la pulsation du secteur, les résultats ne sont pas meilleurs, même si le réglage est fait au diapason enregistreur avec le signal Deprez. Le résultat le moins mauvais est donné par les interrupteurs qui ont par construction le moins de self et d'hystérésis.

» 3° Si l'on interpose un électro à noyau feuilleté, formé de deux branches rectilignes à 120°, portant deux bobines de sens inverse, de faible résistance, dont les nombres de spires décroissent de deux tours par couche :

» α. Le Wehnelt fonctionne avec une régularité absolue pendant des heures. Il doit avoir pour liquide une solution saturée d'alun de potassium; un platine à réglage avec bain d'amalgame d'étain, un ajutage en ébonite ou en stéatite, la grande électrode creuse en plomb à courant

d'eau intérieur. La bobine donne des étincelles nourries, mais jamais la longue étincelle en chenille du Wehnelt sur continu.

» β. L'éclairage de l'ampoule est si parfait que la stroboscopie seule en montre les intermittences.

» γ. Si, laissant le reste en l'état, on intervertit les extrémités du fil induit par rapport à l'ampoule, celle-ci ne s'inverse pas. La zone éclairée ne se déplace pas, elle est aussi active pour les plaques, un peu moins lumineuse pour l'écran.

» δ. Les interrupteurs à période variable fonctionnent très bien quand on peut les synchroniser avec la période du secteur. Le plus satisfaisant est le solénoïde vertical à extrémité inférieure plongeant dans le mercure. En le réglant de façon que la portion de phase utilisée soit $\frac{\pi}{2}$ à $\frac{3\pi}{2}$ ou inversement on obtient d'excellentes radiographies.

» J'ai pu ainsi, avec un matériel ordinaire pour courant continu, examiner et radiographier de nombreux cas de fractures, exostoses, lésions par projectiles, lésions pulmonaires, cardiaques, etc. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur les discontinuités produites par la détente brusque de gaz comprimés.* Note de M. **Paul Vieille**, présentée par M. Sarrau.

« J'ai étudié, dans de précédentes Communications, la propagation par ondes planes, dans un milieu en repos, de perturbations brusques produites par la combustion d'explosifs, et montré que le phénomène de discontinuité prévu par la théorie pouvait être mis en évidence, soit par la mesure des vitesses de propagation, soit par l'étude de la déformation du front de l'onde.

» La méthode d'enregistrement des vitesses de propagation était fondée sur l'inscription simultanée, sur un même cylindre tournant, de pistons légers placés aux extrémités d'un tube fermé; le phénomène excitateur étant produit au voisinage de l'une des extrémités.

» La méthode suppose l'onde initiale symétrique : cette onde peut être obtenue, sans l'emploi des explosifs, à l'aide de gaz comprimés dans des ampoules en verre sphériques du diamètre du tube et dont la rupture par pulvérisation sous pression croissante présente une brusquerie très grande.

» Mais on est limité dans cette voie, au point de vue de l'intensité du

phénomène, par la capacité relativement faible de la sphère inscrite dans le tube cylindrique. Le coefficient d'affaiblissement de l'onde devient, dans ce cas, considérable, et je n'ai pu observer, dans des tubes de 22^{mm}, sur des parcours de 1^{m} dans l'air et pour des pressions de rupture de 50 atmosphères, que des vitesses de 430^{m} supérieures de 100^{m} environ à la vitesse normale du son.

» On peut, au contraire, en partageant un tube en deux parties par un diaphragme dont on provoque la rupture par compression lente du gaz dans l'un des segments, donner à la masse excitatrice une valeur quelconque. Mais, en même temps, le phénomène cesse d'être symétrique et les mesures de vitesse de propagation exigent l'enregistrement latéral d'un même côté du diaphragme. L'enregistrement a été obtenu par des pistons légers, normaux à l'axe du tube, et affleurant par leur base sa paroi interne. Ces pistons sont contrebutés par des ressorts dont la déformation s'inscrit parallèlement à l'axe du tube, sur un même cylindre tournant.

» On obtient des diaphragmes de faible masse et de grande résistance en utilisant des lames de collodion. Les pressions de rupture de ces lames présentent une régularité bien supérieure à celle des lames de verre trempé ou non trempé, ou de clinquant d'acier, que j'avais expérimentées tout d'abord. La rupture des diaphragmes s'opère suivant des lignes rayonnant du centre et régulièrement espacées, et les segments ainsi formés sont arrachés ou rabattus sur la paroi du tube suivant un mode très favorable à l'écoulement rapide du gaz. Cette rupture s'opère sous le diamètre de 22^{mm} à 27^{atm} absolues pour l'épaisseur de $0^{mm},29$, et à 14^{atm} pour l'épaisseur de $0^{mm},11$.

» J'ai également utilisé des diaphragmes en papier, rompant sous la pression de 2^{atm} absolues.

» J'ai étudié tout d'abord comment les vitesses de propagation dans l'air variaient avec la pression de rupture et quelle était la loi d'amortissement des vitesses.

» Dans ces expériences, le diaphragme était voisin de l'un des fonds du tube (271^{mm}) et formait une chambre de petite capacité, 100^{cc} environ. Le tube avait plus de 6^{m} de longueur et recevait en divers points des enregistreurs identiques. Chaque mesure de vitesse comportait cinq à six déterminations effectuées en permutant alternativement les enregistreurs en vue d'éliminer leurs retards propres.

» Le Tableau suivant résume les résultats observés :

Nature du diaphragme.	Pressions absolues de rupture.	Vitesses moyennes de propagation mesurées entre des points distants du diaphragme de		
		$0^{m},052$ et $0^{m},458$.	$0^{m},458$ et $1^{m},888$.	$0^{m},458$ et $4^{m},015$.
Collodion $0^{mm},29$...	27^{atm}	$625^{m},4$	$606^{m},4$	$570^{m},5$
Collodion 0,11...	16	»	540,2	»
Papier..........	2	»	»	390,2

» Il résulte de ces nombres que la détente d'une faible masse d'air comprimé à 27 atmosphères suffit à assurer dans l'air sous la pression atmosphérique des vitesses de propagation en tube cylindrique supérieures à 600^m et que ces vitesses se soutiennent sur plusieurs mètres avec le même ordre de grandeur, la décroissance de la vitesse étant de 20^m environ par mètre de parcours dans les limites observées.

» Des détentes brusques beaucoup plus faibles assurent encore des vitesses de propagation très supérieures à celles du son. Les explosifs ne jouent donc aucun rôle essentiel dans les phénomènes de propagation à grande vitesse que j'ai antérieurement signalés.

» En second lieu, j'ai cherché comment la capacité du réservoir influait sur la vitesse de propagation.

» A cet effet, le diaphragme était disposé à $2^m,508$ de l'un des fonds de façon décupler environ la longueur et le volume de la chambre à gaz.

» Les essais ont porté sur les diaphragmes les plus résistants de $0^{mm},29$ avec rupture à 27 atmosphères. La vitesse mesurée entre les points distants du diaphragme de $0^m,458$ et $1^m,888$ a été trouvée dans six expériences comportant la permutation alternée des enregistreurs de $608^m,9$. Elle diffère donc à peine de la vitesse de $606^m,4$ obtenue dans des conditions identiques avec le petit réservoir de 100^{cc}.

» Il y a donc lieu de penser que la discontinuité qui assure la vitesse de propagation reste la même dans ces divers cas et que l'influence de la capacité du réservoir s'exerce seulement sur le mode d'alimentation de cette discontinuité.

» L'étude directe de la forme de l'onde propagée justifie cette prévision et permet de montrer que la grandeur de la discontinuité qui assure des vitesses de propagation de 600^m est, conformément aux données théoriques, bien inférieure à la pression de 27 atmosphères qui produit la rupture des diaphragmes.

» Cette étude fera l'objet d'une prochaine Communication. »

PHYSIQUE. — *Sur quelques phénomènes que présente le fer.* Note de M. **Galy-Aché**, présentée par M. Sarrau.

« On sait que MM. Osmond et Werth ont été conduits, pour expliquer les particularités que présente la trempe des aciers, à admettre l'existence de deux variétés allotropiques du fer, le fer α, stable à la température ordinaire, et le fer β, stable aux hautes températures. Nous allons décrire sommairement quelques expériences qui paraissent venir à l'appui de cette manière de voir.

» Le fer que nous avons utilisé est presque chimiquement pur, il a notamment été trouvé complètement *exempt de carbone* et contient seulement des traces de phosphore.

» Ce fer a été étiré à la filière en barres rondes de 8^{mm} de diamètre, dans lesquelles on a découpé mille cylindres de 13^{mm} de hauteur. Ces cylindres ont été recuits à 1000° et refroidis dans des cendres chaudes. La durée du refroidissement a été d'environ douze heures.

» *Essais effectués à la presse hydraulique.* — Si l'on comprime à la presse les cylindres de fer ainsi obtenus et qu'on construise la courbe des écrasements en fonction des charges, on constate que ces cylindres sont très homogènes. Pour chacun d'eux, l'écrasement permanent commence seulement sous une pression voisine de 900^{kg} correspondant à 18^{kg} par millimètre carré. Cette pression de 18^{kg} est la limite élastique du fer à la compression.

» Chaque cylindre s'écrase d'environ $0^{mm},10$ sous la pression constante de 900^{kg}, donnant lieu ainsi au phénomène connu sous le nom de *palier*. L'écrasement croît ensuite en même temps que la charge.

» Si à une époque quelconque de l'essai on laisse tomber la pression et qu'on la réapplique aussitôt progressivement, on constate que le cylindre ne commence à s'écraser de nouveau que lorsqu'on a atteint la pression antérieurement supportée, et l'on n'observe plus de palier.

» Mais si, au lieu de réappliquer la pression aussitôt après l'avoir enlevée, on attend quelques heures, le cylindre pourra supporter sans déformation une pression supérieure à la pression antérieurement appliquée. En outre, le cylindre commencera à s'écraser de quelques centièmes de millimètre sous charge constante et la courbe des écrasements en fonction des charges présentera une amorce de palier.

» La surélévation de limite élastique observée croît avec le temps et tend vers une limite (50^{kg} par millimètre carré, si la limite élastique primitive était de 43^{kg}).

» Enfin, si l'on attend six mois avant de réappliquer la pression, la pression supportée reste toujours très supérieure à la pression antérieurement appliquée, et la longueur du palier obtenu est comparable à celle du palier observé lors de la compression initiale.

» *Influence de la vitesse du refroidissement.* — Lorsqu'on porte un cylindre de fer à la température de 1000° et qu'on le laisse refroidir en enregistrant, par exemple à l'aide du couple thermo-électrique Le Chatelier, la température en fonction du temps, on sait que, pour une température voisine

de 850°, on observe un arrêt dans la marche du thermomètre, arrêt qui dénote un dégagement de chaleur correspondant à un changement d'état. Nous avons répété cette expérience et effectué, en outre, les suivantes :

» Après avoir chauffé un cylindre de fer à une température supérieure à 850°, nous l'avons laissé se refroidir lentement et nous avons constaté l'existence d'un palier en soumettant ce cylindre à l'essai de compression lente.

» Mais, si dans les mêmes conditions on refroidit brusquement le fer en le jetant dans l'eau froide, le palier disparaît à l'essai de compression. Ce palier réapparaît avec le temps. On peut hâter sa réapparition en chauffant le cylindre, même légèrement.

» Lorsque le fer a été chauffé à une température inférieure à 850°, le palier subsiste toujours, quelle que soit la vitesse du refroidissement.

» Nous devons ajouter que, jusqu'à la température de 1000°, la limite élastique paraît être indépendante de la température à laquelle a été porté le cylindre et de la vitesse du refroidissement.

» Au-dessus de 1000°, la limite élastique du fer refroidi brusquement diminue avec la température.

» Ces faits semblent bien montrer qu'il existe deux variétés allotropiques du fer : l'une α, stable à la température ordinaire ; l'autre β, stable aux hautes températures.

» La variété β peut être obtenue à la température ordinaire, soit par refroidissement brusque, soit en déformant le métal ; mais le fer à l'état β revient à l'état α, lentement à la température ordinaire, rapidement si l'on élève la température, même en la maintenant au-dessous du point de transformation. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Sur les changements de volume corrélatifs du durcissement des liants hydrauliques.* Note de M. **H. Le Chatelier**, présentée par M. Carnot.

« Les ciments et, en général, tous les liants hydrauliques augmentent de volume pendant leur hydratation. M. Considère a montré récemment le rôle de ce phénomène dans la consolidation des poutres en ciment armé. Pour les ciments portlands de bonne qualité, le gonflement linéaire est en moyenne de $\frac{2}{1000}$; cela résulte des déterminations concordantes de MM. Tetmaiger, Dyekerhof, Considère et Blount. Si l'existence de ce gonflement

est connue depuis longtemps, il ne paraît pas qu'on se soit préoccupé jusqu'ici d'en rechercher la cause. On a admis comme évident que le volume des hydrates formés était plus grand que la somme des volumes de l'eau et du ciment anhydre. Il m'a semblé que cette hypothèse méritait d'être soumise au contrôle de l'expérience. Elle ne s'impose pas nécessairement; il se pourrait très bien que le volume *apparent* et le volume *absolu* varient en sens inverse pendant l'hydratation. C'est bien en effet, comme je vais le montrer, ce qui se passe; l'augmentation du volume apparent résulte d'un déplacement relatif des différentes particules solides. C'est un phénomène analogue, mais sur une échelle très réduite, à celui qui se produit dans l'extinction de la chaux.

» Pour les mesures j'ai employé de grands thermomètres de 70^{cc} de capacité dans lesquels on introduit par le vide la pâte molle, puis au-dessus une certaine quantité d'eau s'arrêtant à mi-hauteur dans la tige. On scelle ensuite à la lampe l'extrémité supérieure de cette tige. Il ne reste plus qu'à mesurer de temps en temps la descente progressive du sommet de la colonne liquide. Son déplacement donne la mesure très précise de la diminution du volume absolu; cette diminution est d'ailleurs accompagnée d'une augmentation du volume apparent qui finit par amener la rupture des réservoirs en verre après un temps compris généralement entre un mois et six mois.

» Le Tableau suivant donne les résultats d'une série d'expériences commencées en 1894. Les contractions sont exprimées en centimètres cubes et rapportées à 100^{gr} de matière. Une croix indique la rupture du tube par gonflement apparent.

	6 heures.	1 jour.	7 jours.	1 mois.	6 mois.	18 mois.	5 ans.
	cc	cc	cc	cc	cc	cc	cc
Ciment portland de Boulogne	0,4	0,7	2	2,9	×		
» (roches grises)....	0,6	1,0	2,7	4,1	4,6	×	
Ciment lent de Grenoble.............	1,2	1,8	3,8	3,9	×		
» rapide »	1,2	1,8	2,0	2,2	2,4	3,6	×
Chaux siliceuse de Saint-Astier.......	0,0	0,3	1,2	1,8	2,2	2,6	3,0
Grappier du Teil....................	0,0	0,2	0,6	1,5	1,9	2,6	3,0
Ciment siliceux de Ruoms	0,2	0,9	2,8	3,6	4,5	4,5	4,7
1 p. SiO^2 calcinée + 1 p. CaO, H^2O...	0,0	0,3	2,5	3,1	3,9	×	

» On voit donc que pour la plupart des liants hydrauliques la contraction après achèvement du durcissement est comprise entre 4^{cc} et 5^{cc}.

» Ces expériences montrent que la diminution du volume absolu dans le durcissement des mortiers est un fait aussi constant que l'accroissement de leur volume apparent. Il n'y a aucune corrélation à établir entre ces

deux ordres de phénomènes dont les causes sont nécessairement indépendantes.

» Une contraction semblable accompagne l'hydratation de la chaux, de la magnésie et du plâtre. Je l'ai vérifié par des expériences directes, mais un calcul basé sur les densités de ces corps anhydres et hydratés suffit pour établir, *a priori*, ce fait. »

CHIMIE. — *Sur la température de transformation des deux variétés quadratique et orthorhombique de l'iodure mercurique*. Note de M. **D. Gernez.**

« La transformation de l'iodure mercurique rouge quadratique en cristaux jaunes orthorhombiques sous l'influence de la chaleur est réversible, mais le phénomène présente, dans les deux sens, un retard : 1° celui que M. Mallard a désigné sous le nom de *surfusion cristalline*, qui se manifeste lorsque l'iodure jaune est lentement refroidi à une température inférieure à celle où la transformation *peut* s'effectuer; la durée de ce retard se prolonge très longtemps, à l'abri de poussières cristallines de l'autre forme, car je conserve des cristaux de ce genre, restés jaunes, depuis le 24 mars dernier; 2° le retard que j'ai appelé *surchauffe cristalline*, que présentent les cristaux rouges qui persistent tels à une température supérieure à celle où l'on pourrait les observer jaunes. Ces deux phénomènes expliquent la diversité des nombres indiqués par les savants qui ont observé la transformation de ces deux variétés d'iodure mercurique. Elle est indiquée par les uns ([1]) comme se produisant vers 150°, par les autres ([2]) vers 130°. D'autres déterminations plus précises fixent cette température à 126° ([3]).

» Si l'on considère que la présence d'un cristal de l'une des variétés détermine la formation de cristaux identiques dans les conditions de température et de pression où ils sont la figure d'équilibre stable, on voit qu'il est possible de déterminer avec certitude la température de la transformation, en opérant sur une couche mince d'iodure mercurique dont une partie est rouge et l'autre chauffée de manière à devenir jaune, puis en mettant le tout dans un bain à température constante et notant quels sont

---

([1]) Oppenheim, *Dictionnaire de Würtz*, t. II, 1re Partie, p. 346.

([2]) Wyrouboff, *Bulletin de la Société chimique*, 3e série, t. IX, p. 216.

([3]) Gmelin, *Traité de Chimie;* G.-F. Rodwell et H.-M. Elder, *Proceedings of the Royal Society*, t. XXVIII, p. 284.

les cristaux qui augmentent aux dépens des autres. Si le milieu ambiant est à une température inférieure à celle où la transformation est possible, les cristaux rouges envahissent la région jaune contiguë; s'il est à une température supérieure, les cristaux jaunes se développent aux dépens des rouges.

» L'expérience comporte quelques précautions que je vais indiquer : 1° il convient d'opérer dans des tubes de verre très minces afin que la température des cristaux qui s'y trouvent soit aussi peu différente que possible de celle du milieu ambiant; 2° il faut de plus que l'iodure mercurique forme une couche *continue* adhérente à la paroi du tube, ce que l'on obtient facilement, lorsqu'on opère sous la pression atmosphérique, en fondant l'iodure dans le tube ouvert, étalant le liquide sur ses parois et refroidissant; 3° pour suivre la marche du phénomène qui est très lente dans le voisinage du point de transformation, il est nécessaire de tracer sur le tube des traits équidistants qui serviront de repère.

» Le tube présentant des régions rouges et jaunes, déterminées par exemple par un fil de platine enroulé en hélice et qu'on chauffe par un courant électrique, est plongé dans un bain à température constante et l'on suit la marche du phénomène : elle est rapide si la température ne diffère que d'une quinzaine de degrés du point de transformation; elle est beaucoup plus lente pour des températures plus rapprochées et l'on peut, par des essais successifs, reconnaître que le point de transformation est compris entre deux températures de plus en plus voisines. A 125° les cristaux rouges s'allongent sur fond jaune avec une lenteur extrême, à 127° les cristaux jaunes envahissent le fond rouge, mais avec une vitesse très faible. La température de transformation est donc très voisine de 126° sous la pression atmosphérique.

» Pour ce qui est de la température de transformation des deux espèces de cristaux dans le vide, on peut la déterminer de la même manière. Il est cependant nécessaire de faire une remarque : si, en effet, après avoir placé les cristaux rouges dans un tube, on fait le vide et scelle le tube à la lampe, puis qu'on essaie de liquéfier l'iodure pour en étaler une couche sur les parois, les cristaux se subliment sans passer par l'état liquide et vont se déposer plus loin en poussière cristalline à éléments isolés. On évite cet inconvénient en liquéfiant l'iodure dans le tube avant de faire le vide. On peut alors procéder comme nous l'avons indiqué et l'on constate que la température de transformation est sensiblement la même que sous la pression atmosphérique, c'est-à-dire voisine de 126°.

» Un savant aussi remarquable par l'originalité de ses vues que par l'importance de ses découvertes, M. Wyrouboff ([1]), a indiqué que cette température de transformation dans le vide est seulement 75°. Je vais expliquer l'illusion dont il a été victime. Si l'on met dans un tube des cristaux rouges d'iodure mercurique, qu'on y raréfie l'air autant que possible et qu'on ferme le tube, il se produit, dès qu'on le chauffe, des vapeurs d'iodure. Ces vapeurs, quelle que soit la température de leur production, donnent, comme je l'ai établi antérieurement, lorsqu'elles rencontrent un corps froid, un dépôt de cristaux jaunes. M. Wyrouboff chauffait le tube à 75°, le retirait du bain et observait que la surface interne était jaune. Ce dépôt se produisait aussitôt que le tube se refroidissait, mais ces cristaux jaunes ne résultaient pas de la transformation des cristaux rouges, ils étaient dus à la condensation, sur la paroi refroidie, de la vapeur émise par ces cristaux. On peut aisément obtenir ce résultat, à toutes les températures inférieures ou supérieures à 126°, lorsqu'on retire le tube du bain où il est plongé. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Nouvelles expériences sur l'activité du manganèse par rapport à la phosphorescence du sulfure de strontium.* Note de M. **José Rodriguez Mourelo** ([2]).

« Dans une Communication antérieure, j'ai exposé le résultat obtenu dans la préparation du sulfure de strontium phosphorescent, en substituant, comme matière active, le sous-nitrate de bismuth au carbonate de manganèse en très petites proportions. La phosphorescence, toujours intense, présentait, dans ce cas, une coloration vert jaunâtre, assez claire. En faisant varier les conditions expérimentales, j'ai pratiqué plusieurs essais, dont les résultats sont consignés dans cette Note.

» On employa, comme substance active, le sulfate de manganèse pur et anhydre. Ce corps, d'après les expériences de M. Lecoq de Boisbaudran, mêlé à d'autres sulfates, tels que ceux de magnésium et de zinc, et calciné, produit dans le vide, sous l'influence des effluves électriques, une phosphorescence rougeâtre.

» Pour 100gr de $SrCO^3$ on employa 30gr de soufre et 0gr,2 de $MnSO^4$; le mélange

([1]) *Bulletin de la Société chimique*, 3e série, t. IX, p. 291.

([2]) Travail fait au laboratoire de Chimie de l'École centrale des Arts et Métiers de Madrid.

bien fait, on le mit dans un creuset en terre fermé; on le rouvrit, pendant trois heures, à la température du rouge vif. Il en résulta un sulfure presque blanc, assez dur et doué d'une très intense phosphorescence d'un vert jaunâtre clair, excitable par la seule exposition de quelques secondes à la lumière diffuse. A 100^{gr} de $SrCO^3$, on ajouta 50^{cc} d'eau, qui contenait dissous 2^{gr} de Na^2CO^3 préalablement dépourvu d'eau et $0^{gr},5$ de NaCl fondu. On calcina le mélange après dessiccation et, à la strontiane impure résultant, on ajouta 30^{gr} de soufre et $0^{gr},2$ de $MnSO^4$. En soumettant de même au feu, on obtint un sulfure de strontium encore plus brillant et nécessitant moins d'exposition lumineuse que dans le cas précédent. On obtint un effet analogue en mêlant d'abord le $MnSO^4$ avec le $SrCO^3$ et en y ajoutant Na^2CO^3 et NaCl dissous, sans modifier autrement le procédé.

» On peut encore mêler 2^{gr} de Na^2CO^3 desséché, $0^{gr},5$ de NaCl et $0^{gr},2$ de $MnSO^4$, en ajoutant au mélange 100^{gr} de $SrSO^3$ et 30^{gr} de soufre. Chauffé sans accès d'air, pendant trois heures, à la température du blanc, le sulfure de strontium devient excitable au plus haut degré, avec une phosphorescence splendide vert clair, nuancée de jaune.

» Dans une autre série d'expériences, le procédé employé fut celui-ci : à 100^{gr} de $SrCO^3$ on ajouta 50^{cc} d'eau qui contenaient, en dissolution, 2^{gr} de Na^2CO^3 et $0^{gr},5$ de NaCl, et 20^{cc} d'eau avec $0^{gr},2$ de $MnSO^4$. On dessécha le mélange à 85° en agitant continuellement; il fut soumis ensuite à la température de 120°, pour achever la dessiccation. En y ajoutant 30^{gr} de soufre et chauffant au rouge vif, pendant trois heures, on obtint un sulfure de strontium de magnifique phosphorescence vert jaune.

» A 100^{gr} de $SrCO^3$ on ajouta 50^{cc} d'eau qui contenait en dissolution $0^{gr},2$ de $MnSO^4$; on procéda à la dessiccation, comme plus haut; le produit, bien mélangé à 30^{gr} de soufre, fut chauffé, au rouge vif également pendant trois heures. Il en résulta un sulfure de strontium très phosphorescent et très excitable, mais à un moindre degré que l'antérieur.

» On versa sur 100^{gr} de $SrCO^3$ 50^{cc} d'eau ayant en dissolution 2^{gr} de Na^2CO^3 et $0^{gr},5$ de NaCl; le mélange, séché à 120°, fut calciné pendant quatre heures au rouge; la strontiane résultante fut mêlée à 30^{gr} de soufre et $0^{gr},2$ de $MnSO^4$ bien sec. Chauffant pendant trois heures au rouge vif, on obtint un sulfure doué d'une phosphorescence intense qui persista longtemps, après une très courte exposition à la lumière diffuse.

» Avec la même quantité de 100^{gr} de $SrCO^3$, on mêla 50^{cc} d'eau où l'on avait dissous $0^{gr},2$ de $MnSO^4$. En faisant la dessiccation et chauffant comme il est dit, on obtint de la strontiane impure; ce corps, mélangé à 30^{gr} de soufre, $0^{gr},5$ de NaCl et 2^{gr} de Na^2CO^3, donna, après avoir été chauffé au rouge vif pendant trois heures, un sulfure de strontium assez blanc, dur, granuleux, comme le sont tous ceux de la série, et doué d'un très grand pouvoir phosphorescent, que la plus petite excitation de la lumière diffuse fait développer.

» Il résulte de ces expériences que le sulfate de manganèse, ainsi que le carbonate de manganèse et le sous-nitrate de bismuth, se présentent comme activant la phosphorescence du sulfure de strontium, de telle sorte que la luminescence devient beaucoup plus intense, dure plus longtemps et se produit après une moindre exposition à la lumière diffuse. Les proportions indiquées sont celles qui ont donné les meilleurs résultats dans les nombreuses expériences effectuées.

» Quant à la comparaison entre les pouvoirs actifs des substances citées, celle qui paraît les posséder à un plus haut degré, c'est le carbonate de manganèse fraîchement préparé, précipité et sec, en dehors du contact de l'air; puisqu'il suffit de $0^{gr},15$ pour obtenir sensiblement les mêmes effets qu'avec $0^{gr},2$ de sulfate de manganèse ou de sous-nitrate de bismuth.

» Il y a une différence marquée dans la couleur de la phosphorescence, selon que la matière active est le manganèse ou le bismuth; dans le premier cas, elle est vert jaune très clair; dans le second, vert bleu bien défini. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le siliciure de molybdène* [1]. Note de M. **E. Vigouroux**, présentée par M. Henri Moissan.

« Le molybdène, préparé au four électrique par le procédé de M. H. Moissan, s'unit directement au silicium, comme l'a démontré ce chimiste [2]. Nous avons étudié le résultat de cette combinaison.

» Du silicium cristallisé a été mélangé au produit obtenu en calcinant au rouge le molybdate d'ammoniaque, masse constituée par des proportions variables des deux oxydes MoO^3 et MoO^2. On a, par exemple, fait un mélange de : silicium 100^{gr}; oxyde de molybdène 250^{gr}. Le tout a été chauffé dans un creuset en charbon introduit dans un four électrique qu'actionnait un courant d'environ 1000 ampères et 50 volts. Pendant la chauffe, le molybdène naissant se combinait au silicium, la majeure partie de la scorie se volatilisait et, après refroidissement, il restait un culot d'aspect franchement métallique. Dans la plupart des essais, sa cassure laissait paraître des stries nombreuses qui indiquaient une cristallisation abondante. Pour isoler les cristaux, on plongeait le culot, fonctionnant comme anode, dans de l'acide chlorhydrique étendu, au sein duquel baignait également une lame de charbon agissant comme cathode. Un faible courant les détachait et les amenait au fond du vase. Après traitements alternés et rapides à l'eau régale et à la potasse, on reprenait successivement par l'acide fluorhydrique, par l'eau, puis on séchait à l'étuve. Ces cristaux étaient un mélange d'un siliciure de molybdène, d'un siliciure de fer et de siliciure de carbone. Au moyen du tungstate de cadmium, on enlevait le siliciure de carbone, par densité, mais il n'était pas possible de séparer le siliciure de fer. Ce n'est que par des essais multiples qu'on a pu obtenir un produit à peu près exempt de fer; il répondait à la formule Si^3Mo^2.

» Ce corps, dont la composition est analogue à celle du siliciure de

(1) Travail fait au laboratoire de Chimie industrielle de l'Université de Bordeaux.

(2) H. Moissan, *Comptes rendus*, t. CXX, p. 1320.

tungstène étudié précédemment ([1]), jouit de ses mêmes propriétés. Ainsi le chlore le brûle avec incandescence, vers 300°, en formant du tétrachlorure de silicium et du perchlorure de molybdène noir qui se dépose dans l'appareil.

» *Analyse.* — Attaque par le chlore dans un tube de Bohème chauffé au rouge sur une grille à gaz. Les chlorures formés, traités par l'acide azotique, puis portés vers 200°, se transforment, après évaporation de ce dernier, en un mélange de silice et d'acide molybdique. En reprenant par le chlore, l'acide molybdique est entraîné à l'état d'oxychlorure jaune, la silice reste. On la pèse. Quant au composé molybdique, on le rassemble avec de l'eau chaude et l'on évapore à siccité, ce qui a pour effet de redonner de l'acide molybdique avec dégagement d'acide chlorhydrique. Il est ensuite dissous dans l'ammoniaque [le fer reste insoluble, on le dose ([2])] et finalement le molybdate d'ammoniaque soluble est transformé en molybdate de plomb insoluble que l'on pèse. On est conduit à la formule précédente.

» D'autres moyens permettent la formation de ces corps; ainsi, dans le four à réverbère, en présence de l'hydrogène, le silicium se combine, soit au molybdène, soit à ses oxydes. Nous poursuivons cette étude. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le bisulfure de molybdène* ([3]). Note de M. **Marcel Guichard**, présentée par M. Henri Moissan.

« Aucune des préparations indiquées jusqu'ici ne permet d'obtenir facilement des quantités un peu considérables de bisulfure de molybdène pur. Après de nombreux essais, nous avons trouvé deux préparations satisfaisantes, l'une donnant le bisulfure cristallisé, l'autre le bisulfure amorphe.

» I. *Bisulfure cristallisé.* — De Schulten ([4]) a obtenu de petites quantités de bisulfure en cristaux microscopiques en fondant du carbonate de potasse avec du soufre, et ajoutant ensuite peu à peu de l'anhydride molybdique. Partant de cette synthèse minéralogique, nous sommes arrivés à la préparation suivante :

» On fait un mélange de 150gr de carbonate de potasse, 310gr de soufre et 200gr de bioxyde de molybdène obtenu par calcination du molybdate d'ammoniaque pur. Ce

(1) E. Vigouroux, *Comptes rendus*, t. CXXVII, p. 393.

(2) Le fer est fourni, soit par le silicium, soit par le molybdate.

(3) Travail poursuivi au laboratoire des Hautes Études de M. Moissan.

(4) De Schulten, *Reproduction artificielle de la molybdénite* (*Bull. de la Société minér. de France*, t. XII, p. 545; 1889).

mélange est maintenu une demi-heure à la température maxima du four à gaz Perrot. Après refroidissement, le culot, formé de polysulfure de potassium, de sulfomolybdate de potassium et de bisulfure, est repris par l'eau, qui laisse insoluble le bisulfure cristallisé. Le poids obtenu est de 80^{gr}.

» Si l'on substitue au bioxyde de molybdène le molybdate d'ammoniaque (150^{gr} de carbonate de potassium, 280^{gr} de soufre et 200^{gr} de molybdate d'ammoniaque), le rendement est moins élevé, mais le sulfure est très bien cristallisé. Nous avons ainsi obtenu des paillettes de 1^{mm}, de forme hexagonale et de couleur gris bleu rappelant la molybdénite naturelle. L'analyse de ce bisulfure donne :

	I.	II.	Calculé.
Molybdène	59,96	59,85	60
Soufre	40,19		40

» Cette préparation donne donc du bisulfure cristallisé, mais elle n'est pas très avantageuse, parce qu'une partie du molybdène passe à l'état de sulfomolybdate alcalin.

» *Bisulfure amorphe.* — Scheele a obtenu du bisulfure par l'action du soufre sur l'anhydride molybdique à haute température. Sranberg et Struve [1], dans leur méthode d'extraction de l'acide molybdique de la molybdénite, obtiennent du bisulfure impur par l'action, au four à vent, du soufre sur le molybdate de potasse impur; ils purifient le sulfure par l'eau, le carbonate de potassium et l'acide chlorhydrique.

» Pour obtenir facilement le bisulfure amorphe pur, nous opérons de la façon suivante : 50^{gr} de molybdate d'ammoniaque cristallisé, pulvérisé finement, sont mélangés avec 100^{gr} de soufre. Le mélange est tassé dans un creuset de terre n° 9 placé, avec son couvercle, dans un creuset n° 14. L'intervalle entre les deux creusets est rempli de noir de fumée. On chauffe le tout au rouge dans un four Perrot pendant une heure.

» Le sulfure ainsi produit renferme encore une très petite quantité d'oxygène, ainsi que le montre son analyse : molybdène pour 100, 60,21; soufre, 37,69; calculé 60 et 40. On le mélange de nouveau avec son poids de soufre, et on le chauffe une seconde fois dans les mêmes conditions; on obtient alors le bisulfure parfaitement pur. L'analyse donne :

	I.	II.	Calculé.
Molybdène	59,70	60,01	60,0
Soufre	40,53		40,0

» Dans cette préparation, la totalité du molybdène est transformée en sulfure gris pulvérulent.

» Si l'on remplace le molybdate d'ammoniaque par le bioxyde de molybdène, on n'arrive pas à la sulfuration complète.

» **Nous avons employé, pour les analyses, la méthode de séparation suivante, applicable à tous les sulfures de molybdène :**

» Le sulfure est attaqué par l'acide azotique ou par fusion avec l'azotate de potasse

(1) Sranberg et Struve, *Sur quelques combinaisons du molybdène et sur son poids atomique* (*Journ. für prakt. Chemie*, t. XLIV, p. 257; 1848).

et le carbonate de soude. Après attaque, on chasse l'acide azotique par évaporation avec l'acide chlorhydrique. On précipite ensuite l'acide sulfurique par le chlorure de baryum en solution chlorhydrique.

» L'acide molybdique reste en solution; on élimine ensuite l'excès de chlorure de baryum par le moins possible d'acide sulfurique, puis, après filtration, on additionne la liqueur d'acétate d'ammoniaque en excès et l'on précipite le molybdène par l'acétate de plomb à chaud. L'acétate d'ammoniaque empêche toute précipitation de chlorure ou de sulfate de plomb. La densité du bisulfure cristallisé a été trouvée égale à 4,80; celle du bisulfure amorphe est de 4,88, à 15°.

» Nous avons repris l'étude de quelques propriétés chimiques du bisulfure de molybdène.

» Le soufre sous forme de dissolution, dans le sulfhydrate ou le chlorure de soufre, n'agit pas en tube scellé.

» Le phosphore est également sans action à la température de ramollissement du verre. Von den Pfordten (¹) a montré que le bisulfure chauffé fortement dans un courant d'hydrogène sec est complètement transformé en métal. Nous avons cherché si, par l'action ménagée de l'hydrogène sec, il était possible d'obtenir un sous-sulfure avant d'arriver au métal. L'hydrogène commence à agir sur le bisulfure cristallisé un peu avant le rouge. La réduction est encore très lente un peu au-dessous du point de ramollissement du verre. En trente heures, $0^{gr},123$ de bisulfure ont perdu, peu à peu, 25,20 pour 100 du poids primitif. Or le bisulfure, en se transformant en sesquisulfure ou en protosulfure, doit perdre 10 pour 100 de son poids dans un cas et 20 pour 100 dans l'autre; il semble donc que, à la plus basse température à laquelle la réduction par l'hydrogène commence à être sensible, cette action se poursuive peu à peu jusqu'au métal, sans s'arrêter à un sous-sulfure.

» L'action de la chaleur est intéressante. Nous avons montré en 1896 que la molybdénite naturelle, qui est du bisulfure presque pur, pouvait perdre la totalité de son soufre à la température de l'arc électrique pour donner du métal (²).

» En reprenant l'étude de cette action, sur le bisulfure pur préparé par les méthodes décrites dans cette Note, nous avons pu isoler un sulfure

(¹) Von den Pfordten, *Réduction du sulfure de molybdène* (*Berichte*, t. XVII, p. 731; 1885).

(²) Guichard, *Sur la molybdénite et la préparation du molybdène* (*Comptes rendus*, t. CXXII, p. 1270; 1896).

intermédiaire, le sesquisulfure de molybdène cristallisé. Ce nouveau sulfure sera décrit dans une prochaine Communication. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'acide nitreux sur la leucobase* $C^{18}H^{24}Az^2$. Note de M. A. **Trillat**, présentée par M. H. Moissan.

« On sait que la diméthylaniline ne donne avec l'acide nitreux qu'un dérivé en position para

$$AzO\langle C^6H^4 \rangle Az(CH^3)^2,$$

et que toutes les tentatives faites pour obtenir une fixation du résidu nitreux en position ortho ou méta ont donné des résultats négatifs.

» Il était donc intéressant de se rendre compte de l'action de l'acide nitreux sur une base de la forme

$$CH.CH^3\langle \begin{array}{l} C^6H^4\rangle Az(CH^3)^2 \\ C^6H^4\rangle Az(CH^3)^2 \end{array}$$

dans laquelle les deux positions para des deux molécules de diméthylaniline se trouvent occupées.

» Si l'on fait agir l'acide nitreux sur une dissolution acidulée de cette base, il se produit une réaction extrêmement vive. Pour étudier convenablement l'action de l'acide nitreux, j'ai opéré de la manière suivante :

» On dissout 10^{gr} de la leucobase dans 18^{gr} d'acide chlorhydrique pur à 30 pour 100 additionné de 50^{gr} d'eau. On refroidit le liquide dans un mélange de glace et de sel marin jusqu'à environ $-8°$ et l'on ajoute peu à peu une dissolution de 6^{gr} de nitrite de soude dans 20^{cc} d'eau. Il se forme bientôt un dépôt cristallin : on ne perçoit pas pendant la réaction l'odeur d'aldéhyde acétique. Après deux heures de contact, on filtre et l'on essore le précipité à la trompe : on le fait ensuite cristalliser dans la plus petite quantité possible d'alcool bouillant. On peut encore obtenir des cristaux en reprenant les eaux-mères et en les additionnant à froid d'une petite quantité de nitrite de soude.

» La combinaison résultant de l'action de l'acide nitreux sur la base se présente sous la forme de belles aiguilles jaunes pouvant atteindre plusieurs centimètres de longueur et dont le point de fusion est de 163°-164°.

Elles sont solubles à chaud dans l'acide acétique, l'acide chlorhydrique, l'alcool, et insolubles dans l'eau.

» *Analyse.* — $0^{gr},1673$ de substance ont donné 24^{cc} d'azote à 11° sous la pression de 762^{mm}, soit 17,4 pour 100. Cette quantité d'azote est théoriquement différente de celle qui est fournie par le composé

$$CH.CH^3[C^6H^3(AzO)^2Az(CH^3)^2]^2$$

ou d'autres corps analogues.

» D'autre part, la combinaison obtenue ne donne pas d'une manière générale les réactions caractéristiques des dérivées nitrosés : le traitement avec ses dérivés phénoliques appropriés n'a fourni aucune matière colorante.

» Par contre, en réduisant le corps par l'acide chlorhydrique et le zinc en poudre j'ai obtenu les caractères analytiques des diamines. J'ai donc été amené ainsi à le comparer avec des dérivés nitrés et finalement j'ai pu l'identifier avec la paranitrodiméthylaniline :

$$AzO^2\langle\quad\rangle Az(CH^3)^2.$$

» Ce dérivé nitré a été obtenu par Grall, Jaubert et divers auteurs qui lui ont donné comme point de fusion 162°-163° (trouvé : 163°-164°). La quantité théorique d'azote étant 16,87 pour 100 (trouvé : 17,4 pour 100).

» L'action de l'acide nitreux sur le dérivé dissymétrique ou tétraméthyldiamidodiphényléthane a donc eu pour résultat de scinder la molécule de la combinaison :

$$CH.CH^3 \begin{cases} \langle\quad\rangle Az(CH^3)^2 \\ \langle\quad\rangle Az(CH^3)^2 \end{cases}$$

en donnant au moins une molécule de paranitrodiméthylaniline.

» Ces résultats confirment d'ailleurs ceux qui ont été antérieurement obtenus en prenant comme point de départ la leucobase dérivée du méthane.

» La formation de dérivés nitrés par l'action de l'acide nitreux est assez rare pour mériter d'être signalée. Elle peut expliquer le rôle de l'acide nitreux dans certains cas. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Chaleur de neutralisation et acidimétrie de l'acide cacodylique*. Note de M. **Henri Imbert**, présentée par M. Henri Moissan.

» Le 24 juillet 1899 j'ai eu l'honneur de faire déposer à l'Académie un pli cacheté sous le n° 6131 se rapportant à la question dont je vais parler. Ce travail a été entrepris comme suite à une étude que j'avais fait faire sur les acides alcoylphosphoriques. Je rappellerai que les acides monoalcoylphosphoriques ([1]) se conduisent comme monobasiques à l'hélianthine et bibasiques à la phtaléine du phénol. Il *semble* donc que des trois fonctions acides différentes, qui existent dans l'acide phosphorique, les deux fonctions, acide fort et acide faible, persistent après éthérification. Ces deux fonctions sont au reste accusées par des valeurs différentes des chaleurs de neutralisation.

» Au contraire, les acides dialcoylphosphoriques sont monobasiques à l'hélianthine et à la phtaléine, résultats encore d'accord avec les données thermochimiques.

» Il était donc intéressant de savoir comment se conduiraient les acides phosphiniques et arsiniques, qui diffèrent des acides phosphorique et arsénique par la substitution de radicaux hydrocarbonés monovalents à un ou deux oxhydriles et des acides alcoylphosphoriques par un ou deux atomes d'oxygène en moins :

$$\mathrm{PhO}\begin{cases}\mathrm{OH}\\\mathrm{OH}\\\mathrm{OH}\end{cases}\qquad\qquad \mathrm{AsO}\begin{cases}\mathrm{OH}\\\mathrm{OH}\\\mathrm{OH}\end{cases}$$

$\mathrm{PhO}\begin{cases}\mathrm{OH}\\\mathrm{OH}\\\mathrm{R}\end{cases}$	$\mathrm{AsO}\begin{cases}\mathrm{OH}\\\mathrm{OH}\\\mathrm{R}\end{cases}$	$\mathrm{PhO}\begin{cases}\mathrm{OH}\\\mathrm{R}\\\mathrm{R}\end{cases}$	$\mathrm{AsO}\begin{cases}\mathrm{OH}\\\mathrm{R}\\\mathrm{R}\end{cases}$
A. phosphinique monosubstitué.	A. arsinique monosubstitué.	A. phosphinique disubstitué.	A. arsinique disubstitué.

$\mathrm{PhO}\begin{cases}\mathrm{OH}\\\mathrm{OH}\\\mathrm{OR}\end{cases}$	$\mathrm{PhO}\begin{cases}\mathrm{OH}\\\mathrm{OR}\\\mathrm{OR}\end{cases}$
A. monoalcoylphosphorique.	A. dialcoylphosphorique.

» C'est pour atteindre ce but que je me suis occupé de l'acide cacody-

([1]) G. Belugou, *De quelques propriétés des acides alcoylphosphoriques*. Imprimerie du Midi, 1897.

lique, acide diméthylarsinique, que le commerce livre aujourd'hui pour les usages pharmaceutiques dans un état de très grande pureté. Cet acide doit contenir théoriquement 54,34 pour 100 d'arsenic.

» J'ai, par un dosage préalable, établi que l'échantillon que je possédais était bien pur.

» Pour cela, j'en ai pris un poids déterminé et je l'ai calciné dans une capsule en argent avec de la potasse et du nitrate de potasse. Le résidu, repris par l'eau et neutralisé par l'addition d'acide, a servi à précipiter l'acide arsénique formé à l'état d'arséniate ammoniaco-magnésien. Celui-ci a été recueilli avec les précautions habituelles et transformé par la calcination en pyroarséniate de magnésium. Du poids de ce dernier j'ai déduit la quantité d'arsenic. J'ai pu établir ainsi que l'acide dont je disposais contenait 53,95 pour 100 d'arsenic. Si l'on effectue la calcination de l'acide en présence de potasse seulement les résultats sont un peu plus faibles, et l'on perçoit d'ailleurs pendant l'opération une odeur alliacée, indices de pertes par volatilisation.

» Un poids déterminé de ce même acide cacodylique pur a été alors dissous dans l'eau. J'ai constaté que la solution était sensiblement neutre à l'hélianthine, mais acide à la phtaléine du phénol, et de la quantité de potasse nécessaire pour la neutralisation à ce dernier réactif.

» J'ai pu déduire la quantité d'arsenic que contenait pour 100 mon échantillon. J'ai ainsi trouvé 54,37 pour 100 de As, en supposant qu'une molécule de potasse corresponde à une molécule de $AsO\begin{cases}OH\\CH^3\\CH^3\end{cases}$. Cet acide est donc bien neutre à l'hélianthine et monobasique à la phtaléine. De plus, la solution ne précipitait ni par le nitromolybdate d'ammoniaque ni par la mixture ammoniaco-magnésienne.

» Inversement, une molécule de cacodylate, en solution, alcalin à l'hélianthine deviendra neutre à ce réactif lorsqu'on aura ajouté une molécule d'acide monobasique. Ces expériences m'ont permis d'indiquer (¹), en collaboration avec M. A. Astruc, un procédé de dosage volumétrique des cacodylates.

» J'ai déterminé ensuite les chaleurs de neutralisation de l'acide.

» Pour cela, 178^{gr} (1 mol.) du corps ont été dissous dans 2^{lit} d'eau. L'expérience calorimétrique a été faite avec 200^{cc} de ce liquide auquel on a ajouté 200^{cc} d'une solution de soude à 40^{gr} (1 mol.) pour 2^{lit}.

» Dans deux expériences successives les chaleurs de neutralisation ont été trouvées égales à $14^{Cal},09$ et $14^{Cal},12$.

» En faisant agir 200^{cc} de solution de soude sur le liquide provenant des opérations précédentes, la quantité de chaleur dégagée rapportée à une molécule de sel et une molécule de base a été de $0^{Cal},30$.

» Ces données confirment la monobasicité de l'acide comme les essais

(¹) *Journal de Pharmacie et de Chimie,* 6ᵉ série, t. X, p. 392.

acidimétriques. Elles sont de plus comparables à celles que M. Belugou d'une part et M. Cavalié d'autre part ont établies pour l'action de la soude sur les mono-alcoylphosphates monométalliques. Dans ce cas la chaleur de neutralisation a varié de $14^{Cal},1$ pour le monométhylphosphate monosodique à $13^{Cal},7$ pour le monoglycérophosphate monosodique, tous sels neutres à l'hélianthine, monobasiques à la phtaléine.

» L'acide cacodylique est donc un acide monobasique faible, et comme il diffère en réalité de l'acide diméthylphosphorique non seulement par la substitution de l'arsenic au phosphore, mais encore par deux atomes d'oxygène en moins, on voit que la présence ou l'absence de l'oxygène dans la molécule fait augmenter ou diminuer d'un degré l'énergie de la fonction acide, puisque les acides dialcoylphosphoriques sont des acides forts neutralisables par la même quantité de base à l'hélianthine et à la phtaléine. »

CHIMIE. — *Sur l'hydrate de bioxyde de sodium et la préparation de l'eau oxygénée.* Note de M. DE FORCRAND.

« J'ai indiqué précédemment ([1]) que, d'après mes expériences, et en prenant pour base les données de M. Joannis : Na sol. + Aq. = $+42^{Cal},40$, on aurait pour la chaleur de formation des deux principaux oxydes de sodium :

$$Na^2 + O = Na^2O \dots\dots\dots\dots \quad 89^{Cal},935$$
$$Na^2 + O^2 = Na^2O^2 \dots\dots\dots\dots \quad 117^{Cal},69$$

soit une différence de $27^{Cal},755$ pour passer de Na^2O à Na^2O^2.

» Dans son étude du bioxyde de sodium, Vernon Harcourt ([2]) a signalé un hydrate cristallisé $Na^2O^2 + 8H^2O$, qui se formerait par évaporation lente des solutions aqueuses de Na^2O^3. J'ai cru devoir reprendre l'étude de cet hydrate.

» I. L'évaporation lente de ces solutions ne donne que très peu de ces cristaux, et il doit en être ainsi. En effet, elles ne constituent pas un état stable; elles dégagent dès le début et continuellement de l'oxygène, formant une dose croissante de NaOH dissous, laquelle accélère la décomposition.

» On obtient des rendements bien meilleurs en faisant une solution

---

([1]) *Comptes rendus,* t. CXXVIII, p. 1519.

([2]) *Chem. Soc. Quart. Journ.,* t. XV, p. 276.

concentrée de Na^2O^2. Les proportions les plus convenables sont 1 partie de Na^2O^2 pour 4 parties d'eau. Partant de 0°, on s'arrange de manière que la température s'élève vers 40° (au-dessus de 40°, il y aurait décomposition rapide avec effervescence). La liqueur est alors parfaitement limpide. On la fait refroidir rapidement vers 0°. Il se forme aussitôt des cristaux très abondants. Ce sont de petites écailles nacrées, qui ont un peu l'aspect de l'acide borique. On les sépare de l'eau chargée de NaOH, par des plaques poreuses sous cloche, et, finalement, par l'action de feuilles de papier poreux, sous pression et toujours sous cloche.

» Néanmoins je n'ai pu arriver exactement à la composition

$$Na^2O^2 + 8H^2O;$$

toutes les analyses que j'ai faites correspondant à des degrés d'hydratation qui varient de 8,5 à $9H^2O$. Il est d'ailleurs impossible de dessécher par des déshydratants sous cloche, un hydrate inférieur pouvant alors se former. Mais comme les échantillons que j'ai préparés formaient bien, par l'action de HCl dissous, la quantité d'eau oxygénée prévue, par le dosage de Na, on peut conclure qu'ils étaient formés par l'hydrate $Na^2O^2 + 8H^2O$ retenant en plus de 0,5 à 1 de H^2O, soit de 4 à 7 pour 100 d'eau.

» A première vue, ces cristaux paraissent très stables; du moins j'ai pu les conserver pendant plusieurs semaines sans altération, aux températures actuelles de l'hiver. En été (au-dessus de + 30°) j'ai vu un échantillon fondre dans son eau de cristallisation, avec effervescence d'oxygène.

» II. J'ai déterminé la chaleur de dissolution de cet hydrate.

» D'abord dans l'eau, directement. On trouve $-14^{Cal},868$, vers + 12°, dans 4^{lit}, pour une molécule de $Na^2O^2 + 8H^2O$. (Expérience I.)

» La liqueur additionnée immédiatement de la quantité de HCl ($36^{gr},5 = 2^{lit}$) nécessaire pour neutraliser, a donné $+22^{Cal},792$ pour Na^2. (Expérience II.)

» Enfin, j'ai dissous les cristaux dans la quantité équivalente de HCl étendu, ce qui a fourni $+7^{Cal},729$ pour $Na^2O, 8H^2O$. (Expérience III.)

» Voici les conséquences qui me paraissent se dégager de ces essais :

» III. Connaissant la chaleur dégagée dans les deux réactions :

Na^2O^2 solide + 2HCl dissous = 2NaCl dissous + H^2O^2 dissous.... +41,810
$Na^2O^2, 8H^2O$ solide + 2HCl dissous = 2NaCl dissous + H^2O^2 dissous.... + 7,729

on a, par différence, la chaleur de formation de l'hydrate :

$$+34^{Cal},081 \text{ pour } 8H^2O \text{ liquide}$$

ou

$$+22^{Cal},641 \text{ pour } 8H^2O \text{ solide,}$$

soit pour chaque molécule de H^2O, liquide ou solide, $+4^{Cal},26$ ou $+2^{Cal},83$.

» Ces nombres sont remarquablement élevés; ils indiquent une grande stabilité de l'hydrate. Comme combinaison analogue, on peut citer $BaO^2 + 10H^2O$ qui fournirait seulement $+18^{Cal},2$ ou $+3^{Cal},9$ pour $10H^2O$, soit $+1^{Cal},82$ ou $+0^{Cal},39$ pour H^2O.

» La stabilité de cet hydrate fait qu'il est d'un emploi très commode pour préparer l'eau oxygénée. En dissolvant 231^{gr} de cristaux de composition $Na^2O^2 + 8,5H^2O$ dans deux molécules d'acide chlorhydrique assez concentré ($36^{gr},5 = 200^{cc}$), on obtient aussitôt, et sans dégagement de gaz, de l'eau oxygénée neutre et limpide à 19^{vol} ou 20^{vol}.

» Avec de l'acide à $36^{gr},5 = 100^{cc}$ on l'aurait à 30 volumes. La température s'élève très peu, à cause de la grande chaleur de formation de l'hydrate et de la chaleur de fusion des 8 molécules d'eau. Il est vrai que NaCl reste dissous, mais il est sans inconvénients dans presque tous les cas (1).

» IV. On sait que la neutralisation du Na^2O diss. par 2HCl diss. donne $+28^{Cal},40$. Si donc la dissolution dans l'eau de l'hydrate $Na^2O^2 + 8H^2O$ devait se formuler

$(Na^2O^2 + 8H^2O) + Aq = Na^2O$ diss. $+ H^2O^2$ diss. (sans combinaison),

l'expérience II aurait dû donner $+27^{Cal},40$ et non pas $+22^{Cal},792$.

» La différence $+4^{Cal},608$ représente donc l'action spéciale de H^2O^2 diss. sur Na^2O diss., laquelle donne probablement Na^2O^2 diss. et de l'eau.

» D'ailleurs la dissolution dans l'eau de $Na^2O^2 + 8H^2O$ fournit $-14^{Cal},868$, nombre assez voisin de la chaleur de fusion des $8H^2O$ ($-11^{Cal},44$). Il est donc vraisemblable que Na^2O^2 reste dissous à l'état de bioxyde.

» On peut encore évaluer la valeur thermique de l'action de Na^2O diss. sur H^2O^2 diss. de deux autres manières :

» 1° Par mesure directe, en ajoutant H^2O^2 diss. à Na^2O diss.; j'ai trouvé aussi $+4^{Cal},727$;

» 2° Par le raisonnement suivant :

» La dissolution de Na^2O^2 anhydre dans 2HCl diss. dégage $+41^{Cal},810$. Dans l'eau elle donnerait donc $+41^{Cal},810 - 27^{Cal},400$, soit $+14^{Cal},410$, si elle fournissait Na^2O diss. et H^2O^2 diss. sans combinaison.

---

(1) La présence de NaCl active bien un peu la décomposition de l'eau oxygénée, mais cette action est très peu sensible. D'ailleurs, la préparation est si simple que l'on peut faire la dissolution peu de temps avant l'emploi en se servant d'une provision de cristaux qui, eux, ne s'altèrent pas aux températures ordinaires.

» D'autre part, la dissolution de Na^2O^2, $8H^2O$ dans l'eau fournit $-14^{Cal},868$. La différence avec $+14^{Cal},410$ est de $+29^{Cal},274$. Cependant la chaleur dégagée par la fixation de $8H^2O$ liq. est $+34^{Cal},081$. La différence entre $+34^{Cal},081$ et $+29^{Cal},274$ est de $+4^{Cal},803$ qui représente encore la réaction

$$Na^2O \text{ diss.} + H^2O^2 \text{ diss.} = Na^2O^2 \text{ diss.}$$

» On peut prendre la moyenne $+4^{Cal},713$.

» V. Enfin la réaction précédente peut se décomposer en deux phases :

» Décomposition de H^2O^2 diss. en H^2O liq. + O gaz., ce qui dégage $+21^{Cal},700$, et fixation de O libre sur Na^2O diss. ;

» Et puisque la somme dégage $+4^{Cal},713$, on a, pour cette dernière réaction, $-16^{Cal},987$.

» Ainsi, tandis que l'état stable est, pour les corps solides, Na^2O^2, un atome d'oxygène libre fixé sur Na^2O solide *dégageant* $+27^{Cal},755$, l'état stable, pour les corps dissous, est au contraire $Na^2O + O$, la fixation de O sur Na^2O diss. *absorbant* $16^{Cal},987$. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les sesquichlorures de rhodium et d'iridium anhydres* (¹). Note de M. E. LEIDIÉ, présentée par M. Troost.

« Les difficultés que l'on rencontre dans la préparation des sesquichlorures anhydres de rhodium Rh^2Cl^6 et d'iridium Ir^2Cl^6, par l'action directe du chlore sur le métal chauffé, ont conduit à chercher pour ces préparations des méthodes indirectes. Celles que je viens exposer sont, ou nouvelles, ou réalisées dans des conditions d'exactitude que n'offraient pas les anciennes.

» I. *Sesquichlorure de rhodium* Rh^2Cl^6. — Les sesquichlorures doubles hydratés $Rh^2Cl^6, 6NaCl, 18H^2O$ et $Rh^2Cl^6, 6KCl, 3H^2O$, chauffés progressivement dans un courant de gaz acide chlorhydrique sec, perdent leur eau de cristallisation sans formation de sesquioxyde, et se transforment lentement à 360°, rapidement à 440°, en chlorure alcalin qu'on peut enlever par des lavages à l'eau, et en sesquichlorure anhydre et insoluble Rh^2Cl^6; le chlorure $Rh^2Cl^6, 6AzH^4Cl, 3H^2O$ donne lieu à des réactions secondaires dues sans doute à la formation de bases purpuréorhodiques et ne peut être employé.

(¹) Travail effectué au Laboratoire de Chimie de l'École Normale supérieure.

» La préparation du chlorure Rh^2Cl^6 est pratiquement plus facile à réaliser si l'on chauffe à 440° dans un courant de chlore pur et sec l'un des trois chlorures doubles de potassium, de sodium ou d'ammonium que l'on a préalablement desséchés à 100°-105°; on les laisse refroidir dans un courant de chlore que l'on chasse ensuite par de l'anhydride carbonique sec.

» Dans le cas des deux premiers, on sépare par des lavages à l'eau le chlorure alcalin, et le résidu séché à 105°-110° représente le sesquichlorure Rh^2Cl^6. Mais, comme il y a toujours lieu de craindre que ce corps, qui est très poreux, ne retienne des traces de chlorure alcalin, il est toujours préférable d'avoir recours à la décomposition du sesquichlorure double $Rh^2Cl^6, 6AzH^4Cl$ qui donne directement le sesquichlorure Rh^2Cl^6.

» Ces procédés nécessitent la préparation préalable des sels cristallisés; car, si un excès de chlorure d'ammonium ne peut que rendre l'opération plus longue, un excès de KCl ou de NaCl peut, suivant les proportions, entraver ou empêcher complètement cette dissociation de la molécule double. On sait, en effet, que la préparation du sel double $Rh^2Cl^6, 6NaCl$ s'effectue en faisant réagir Cl au rouge sombre sur un mélange de Rh et de NaCl employé en excès. On peut même, en chauffant jusqu'au point de fusion de NaCl, le sesquichlorure Rh^2Cl^6 avec cinq à six fois son poids de NaCl (40 molécules environ) obtenir la transformation complète de Rh^2Cl^6 insoluble dans l'eau en la combinaison $Rh^2Cl^6, 6NaCl$ soluble dans ce liquide.

» Le procédé suivant, au contraire, permet d'employer non seulement le chlorure double isolé par des cristallisations, mais encore le produit brut de l'attaque de Rh par le chlore en présence d'un excès de NaCl.

» L'un ou l'autre de ces produits est dissous dans deux fois son poids d'eau; la solution (filtrée dans le second cas pour éliminer Rh inattaqué) est additionnée de son volume d'acide chlorhydrique (solution des laboratoires) et abandonnée pendant vingt-quatre heures environ dans un endroit frais. On sépare les cristaux de NaCl qui se sont déposés et, dans le liquide refroidi à 0°, on fait passer jusqu'à refus un courant de gaz HCl. Ce liquide, enfermé dans un vase bien bouché, est maintenu pendant cinq à six jours dans une enceinte voisine de 0° et, quand tout le chlorure de sodium est déposé, on décante et l'on évapore doucement jusqu'à consistance sirupeuse. La liqueur est alors exposée dans le vide au-dessus de fragments de potasse jusqu'à ce que le produit de l'évaporation puisse être détaché du vase qui le renferme. Cette matière, qui représente un sesquichlorure hydraté, est chauffée progressivement dans un courant de gaz HCl sec. Vers 90°-95°, elle conserve encore de 4 à $5H^2O$ et environ 2HCl, puis elle perd progressivement H^2O et HCl simultanément; à 175°-180°, elle est complètement déshydratée, mais elle se dissout encore dans l'acide chlorhydrique à l'ébullition; enfin, à partir de 360°, elle devient complètement insoluble dans l'eau. La transformation du sesquichlorure hydraté en sesquichlorure anhydre Rh^2Cl^6 insoluble est beaucoup plus facile et plus rapide à réaliser si l'on chauffe dans un courant de chlore à 440° le chlorure hydraté dont on a chassé tout HCl et tout H^2O

par un courant à gaz HCl à 175°-180°; on laisse refroidir le résidu dans le chlore qu'on chasse ensuite par un courant de CO^2 sec. Je rappellerai que Berzélius opérait cette transformation en chauffant le sesquichlorure hydraté à l'air; or, dans ces conditions, on obtient de grandes quantités de sesquioxyde.

» Le sesquichlorure Rh^2Cl^6 ainsi obtenu est brun noirâtre, sa poudre est brun foncé. Il est insoluble dans l'eau et dans les acides; il est décomposé par une solution concentrée et froide de potasse, et se comporte alors comme la dissolution de Rh^2O^3 dans les alcalis. Il est soluble à chaud dans les tartrates alcalins de K ou de Na à réaction fortement alcaline, et dans les solutions concentrées de cyanure de potassium, ainsi que dans les oxalates alcalins de K ou de Na à réaction très faiblement alcaline : de ces deux dernières réactions, l'une donne les oxalates doubles que j'ai autrefois décrits, l'autre donne des cyanures doubles complexes.

» II. *Sesquichlorure d'iridium :* Ir^2Cl^6. — Les sesquichlorures doubles hydratés $Ir^2Cl^6, 6KCl, 6H^2O$ et $Ir^2Cl^6, 6NaCl, 20H^2O$, sont beaucoup plus stables que les composés correspondants du rhodium. Chauffés dans le gaz HCl à 440°, ils ne donnent qu'une faible proportion de sesquichlorure Ir^2Cl^6 insoluble; il faudrait atteindre le rouge naissant pour dissocier la combinaison, et alors il y aurait lieu de craindre une décomposition partielle. Chauffés, après dessiccation, dans un courant de chlore à 360° comme à 440°, ils se transforment en tétrachlorures doubles solubles dans l'eau. Quant au sesquichlorure double $Ir^2Cl^6, 6AzH^4Cl, 3H^2O$ chauffé dans HCl, de même que le sel correspondant de rhodium et pour des raisons analogues, il donne lieu à des réactions secondaires complexes.

» Pour obtenir le sesquichlorure Ir^2Cl^6, on pourrait chauffer dans le chlore à 440° le sel double $Ir^2Cl^6, 6AzH^4Cl$ desséché.

» Mais comme ce sel est lui-même obtenu à l'aide du tétrachlorure double $IrCl^4, 2AzH^4Cl$, lequel est anhydre, on emploiera directement celui-ci. Ce tétrachlorure double est chauffé à 440° dans un courant de chlore sec; il se décompose en chlore et en produits de destruction du chlorure d'ammonium, et laisse comme résidu le sesquichlorure anhydre Ir^2Cl^6; on laisse refroidir ce résidu dans le chlore qu'on chasse ensuite par un courant de gaz CO^2 sec.

» Le sesquichlorure Ir^2Cl^6 ainsi obtenu est une matière vert noirâtre, dont la poudre est brun olive; il est insoluble dans l'eau, dans les acides et dans les alcalis. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Oxydation biochimique du propylglycol.* Note de M. **André Kling** [1], présentée par M. Troost.

« Dans une Communication antérieure [2], j'ai montré que, sous l'influence de la bactérie du sorbose, le propylglycol (propane diol 1,2) s'oxydait avec formation d'un corps réducteur donnant, avec l'acétate de phénylhydrazine, l'osazone du méthylglyoxal.

» Depuis lors, j'ai recherché quelle était exactement la nature du produit de fermentation, et je me suis assuré que c'était l'acétal

$$CH^3CO.CH^2OH.$$

» Pour cela, dans les produits résultant de la distillation du liquide fermenté, j'ai titré, avec la liqueur de Fehling, la quantité de corps réducteur qui y était contenue (en supposant que c'était de l'acétal), puis j'y ai ajouté du chlorhydrate d'hydroxylamine et du bicarbonate de soude en quantités nécessaires pour former l'oxime qui a été isolée et caractérisée par son point de fusion et la détermination de sa teneur en azote.

» La séparation de l'acétal, contenu en dissolution à 2,5 pour 100 dans le mélange d'eau et de propylglycol non touché, est pratiquement impossible à réaliser par suite de la facilité avec laquelle ce corps est entraîné avec la vapeur d'eau et à cause de son extrême solubilité dans ce liquide et dans les solutions salines saturées; aussi, n'ai-je pu l'extraire, même en me conformant aux prescriptions données par J. Perkin pour retirer ce corps des solutions beaucoup plus concentrées qu'il obtient par saponification de ses éthers [3].

» J'avais espéré pouvoir effectuer cette séparation à l'aide du réactif de Denigès, mais, tout en prenant des précautions pour modérer l'action de l'acétal sur le sulfate mercurique, celle-ci dépasse le terme désiré et il se précipite des sulfates basiques et mercureux mélangés seulement à une

---

(1) Travail commencé au Laboratoire d'Enseignement et de Recherches chimiques de la Sorbonne, terminé à l'École de Physique et Chimie industrielles, laboratoire de M. Hanriot.

(2) *Comptes rendus,* t. CXXVIII, p. 244.

(3) J. Perkin, *Proceedings of the chemical Society*, t. DXCVII, p. 790; 1891.

faible proportion d'une matière organique : dans cette réaction la majeure partie de l'acétal est donc détruite (semblable fait, du reste, se produit avec l'acétone monochlorée, mais dans ce cas la proportion de corps organique formée semble plus grande qu'avec l'acétal). Actuellement, m'adressant à d'autres combinaisons des cétones, je cherche si l'une d'elles ne se prêterait pas à la séparation de l'acétal et à sa régénération ultérieure.

» Quel que soit le temps qu'on laisse agir la bactérie du sorbose sur le propylglycol, on n'arrive jamais à transformer plus de la moitié environ du produit mis en réaction; cette évaluation n'est, bien entendu, qu'approximative, car elle résulte d'un titrage par la liqueur de Fehling, lequel ne donne que des résultats *approchés* lorsqu'on se place dans les conditions de dilution indiquées par Perkin et qui, *a fortiori*, ne fournira que des renseignements incertains dans le cas de concentrations quelconques.

» Néanmoins l'existence de cette limite de transformation, peu variable d'une expérience à l'autre, pouvait être due : soit à l'action paralysante de l'acétal sur la bactérie, soit à la préférence élective de cette bactérie pour l'un des isomères optiques dont le propylglycol inactif représente le racémique inactif, soit enfin à ces deux causes réunies. Dans deux des cas énoncés ci-dessus, le résultat de la fermentation devait être l'apparition du pouvoir rotatoire dans les résidus. C'est, en effet, ce qui s'est produit : on a extrait le propylglycol du liquide fermenté à l'aide du carbonate de potasse et de l'alcool et l'on a fractionné le produit sous pression réduite (200^{mm}) pour éviter toute décomposition, car, distillé à l'air libre, le propylglycol prend une odeur âcre et une couleur jaunâtre. On a obtenu de la sorte du propylglycol optiquement actif constitué par un mélange de propylglycol dextrogyre et du racémique.

» Voici, pour des fermentations abandonnées pendant des temps variables (vingt-cinq jours à deux mois et demi) à la température 25°-30°, quelles ont été les valeurs du pouvoir rotatoire :

$[\alpha]_D$ rapporté à 1^{dcm} d'épaisseur de liquide...... +2°,75 +3°,30 +3°,10

» M. Le Bel [1], qui, le premier, a démontré la possibilité de séparer les isomères actifs dont le propylglycol est un mélange, y était parvenu à l'aide de ferments et moisissures variés; il n'avait, en général, obtenu que des mélanges pauvres en l'un des isomères libres; le plus souvent,

(1) Le Bel, *B. Soc. chim.*, 3e Série, t. IX, p. 678, et *Comptes rendus*, t. XCII, p. 530.

c'était l'isomère gauche qui était respecté par le ferment. Voici les résultats qu'il a publiés à ce sujet :

	Valeurs de $[\alpha]_D$ rapportées à 1^{dcm} d'épaisseur de liquide.
	° ′
Ferment : Bactérie du fromage	—0,58
Bacterium termo	—1,97
Bactérie non spécifiée	+0,20

» On voit donc que la bactérie du sorbose présente, au point de vue du rendement, une supériorité sur les autres ferments et moisissures qui dédoublent le propylglycol racémique. Quoi qu'il en soit, cette valeur maxima $[\alpha]_D = +13°,30$ doit encore différer sensiblement de la valeur vraie du pouvoir rotatoire de l'isomère droit. Quelle est la proportion relative des isomères optiques contenus dans les mélanges obtenus? Pourrait-on, à l'aide de la bactérie, obtenir des mélanges encore plus riches en isomère dextrogyre? C'est ce que je compte rechercher. Néanmoins ce qui, dès maintenant, paraît résulter de cette expérience, c'est que, si le rendement ne dépasse pas 50 pour 100, cela est dû à la fois à une préférence de la bactérie pour l'isomère gauche, et non à une inactivité complète vis-à-vis de ce dernier, et aussi à ce que l'acétal qu'elle produit gêne son procès physiologique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la préparation des carbazides. Action des hydrazines sur les carbonates phénoliques.* Note de MM. **P. Cazeneuve** et **Moreau**, présentée par M. Armand Gautier.

« Il semble théoriquement que les carbo-dérivés des hydrazines puissent se préparer avec facilité, comme les corps de constitution similaire, à l'aide de l'oxychlorure de carbone réagissant sur les bases hydraziniques. L'expérience montre que cette réaction trop énergique aboutit à la formation de composés divers, dont l'un de forme cyclique de la formule

```
                          O
                         / \
R — AzH — AzH — C       CO
                ||       |
                Az  —  Az — R
```

lorsqu'on fait intervenir une hydrazine primaire.

» On a été plus heureux en faisant réagir telle hydrazine sur l'éther carbonique éthylique, ou encore sur l'urée ou l'uréthane. La préparation indiquée par Curtius et Heidenreich [1] de la carbazide

$$CO\langle\begin{matrix}AzH.AzH^2\\AzH.AzH^2\end{matrix}$$

par action de l'hydrate d'hydrazine sur l'éther carbonique à 100° en est un exemple. La carbazide de la phénylhydrazine se prépare avec de bons rendements, comme nous l'avons vérifié, par action de cette base sur l'urée et l'uréthane [2].

» Nous avons reconnu que l'action des bases hydraziniques sur les carbonates phénoliques était encore un mode général de préparation des carbazides donnant d'excellents résultats. Il suffit de régler la température d'action suivant les hydrazines intervenant ou la nature de l'éther carbonique employé. Elles se forment suivant l'équation :

$$4(R.HAz.AzH^2) + CO^3(C^6H^5)^2$$
$$= CO(AzH.AzH.R)^2 + 2(C^6H^6O.AzH^2.AzH.R).$$

» L'emploi du carbonate de diphényle donne ainsi avec la phénylhydrazide la carbohydrazide avec un rendement de 70 pour 100.

» *a. Action de l'hydrazine sur le carbonate diphénylique.* — La solution aqueuse d'hydrazine réagit instantanément avec élévation de température sur le carbonate diphénylique.

» 25^{gr} d'hydrazine en solution dans 25^{gr} d'eau ont été versés sur 25^{gr} carbonate diphénylique. Le mélange s'échauffe, le carbonate se dissout. Par refroidissement, on obtient une magnifique cristallisation en paillettes de phénate d'hydrazine, qui fond à 63°-64° et correspond à l'analyse à une combinaison de 4 molécules de phénol pour 1 molécule d'hydrazine.

$$(C^6H^6O)^2, AzH^2 - AzH^2(C^6H^6O)^2.$$

Azote trouvé : 6,94 pour 100. Théorie : 6,86 pour 100.

» Du liquide isolé du phénate, évaporé dans le vide et repris par l'alcool absolu, on retire la carbazide

$$CO\langle\begin{matrix}AzH - AzH^2\\AzH - AzH^2\end{matrix}$$

découverte par Curtius et Heidenreich, et fondant à 152°-153°.

---

(1) *D. ch. G.*, t. XXVII, p. 55.

(2) S. Skinner et P. Richemann (*D. chem. G.*, t. XX, p. 3372).

» Sans doute se forme-t-il le corps

$$CO\left\langle\begin{matrix}AzH^2 & AzH^2\\ AzH & -AzH\end{matrix}\right\rangle CO,$$

sorte de biuret également signalé par ces chimistes dans l'action de l'hydrazine sur le carbonate d'éthyle. Nous n'avons pas opéré avec des quantités suffisantes de matière pour l'isoler.

» *b. Action de la phénylhydrazine sur le carbonate diphénylique.* — On chauffe à 160°-170° pendant une heure 1 molécule de carbonate diphénylique, soit 25^{gr}, au sein de 4 molécules de phénylhydrazine, soit 50^{gr} environ.

» Il se dégage des traces de CO^2. Le liquide jaunit à peine. Par refroidissement, on obtient une masse cristallisée blanc jaunâtre, qu'on reprend à chaud par 200^{gr} d'alcool à 60°, fortement acidifié par l'acide chlorhydrique pour enlever l'excès de phénylhydrazine. L'alcool coloré en jaune enlève le phénol formé et le chlorhydrate de phénylhydrazine. Deux nouvelles cristallisations dans l'alcool à 60° donnent le produit correspondant à l'analyse à

$$CO\left\langle\begin{matrix}AzH.AzH.C^6H^5\\ AzH.AzH.C^6H^5\end{matrix}\right. .$$

Azote trouvé.. 23,38 pour 100 Théorie..... 23,14 pour 100

» Le corps obtenu fond à 169°-170°.

» Le point de fusion 151° donné par Skinner et Richemann ne nous paraît pas exact; à 151° le corps prend une teinte rose sans fondre; il semble subir un commencement d'altération.

» Nous avons également préparé cette carbazide par action de la phénylhydrazine sur le carbonate de gaïacol. Les rendements sont bons, quoique un peu moins élevés.

» *c. Action de la méthylphénylhydrazine sur le carbonate diphénylique.* — Il s'agit de la méthylphénylhydrazine dissymétrique. Nous avons, en effet, reconnu que les hydrazines secondaires symétriques n'ont plus d'action sur les carbonates phénoliques, leur basicité ayant disparu. C'est le cas de l'hydrazobenzol qui ne réagit pas.

» 50^{gr} méthylphénylhydrazine et 25^{gr} carbonate de diphényle sont chauffés une heure à 160°-170°. On agite la masse avec de l'eau acidifiée par HCl pour enlever l'excès de base et une partie du phénol. Deux cristallisations dans l'alcool à 60° donnent un produit pur en cristaux blancs, ne se colorant pas à l'air, et donnant à l'analyse Az pour 100 = 20,505.

» La formule $CO\left\langle\begin{matrix}AzH.AzCH^3.C^6H^5\\ AzH.AzCH^3.C^6H^5\end{matrix}\right.$ exige 20,74 pour 100.

» Ce corps nouveau fond à 149°-150°. Il ne distille pas sans décomposi-

tion. Il est insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool à 60° bouillant, soluble dans l'alcool fort, l'éther, le chloroforme, la benzine et la nitrobenzine.

» Cette carbazide de la méthylphénylhydrazine colore en bleu intense les sels de cuivre par formation d'une combinaison sans doute.

» *d. Action de la naphtylhydrazine* β *sur le carbonate diphénylique.* — En faisant réagir 4 molécules de naphtylhydrazine β sur le carbonate diphénylique à 150° pendant une demi-heure, soit 28gr de base sur 8gr de carbonate, on obtient en petite quantité un corps cristallisé, par cristallisation dans l'alcool à 60° d'abord acidulé par HCl, ensuite pur.

» Ce corps correspond à $CO\begin{cases}AzH.AzH.C^{10}H^7\beta\\AzH.AzH.C^{10}H^7\beta\end{cases}$.

Azote trouvé.... 16,20 pour 100. Théorie....... 16,37 pour 100.

» Ce corps est soluble dans l'alcool fort et l'éther.

» Si l'on fait réagir 2 molécules de naphtylhydrazine β sur 1 molécule de carbonate diphénylique, soit 14gr de base sur 8gr de carbonate, en chauffant trois heures à la température du bain-marie, on obtient une uréthane hydrazinique. Comme précédemment, on traite la masse par l'eau acidulée avec HCl et l'on fait cristalliser plusieurs fois dans l'alcool à 80°, en traitant par le noir animal. On recueille des paillettes légèrement jaunâtres, correspondant à la formule $CO\begin{cases}AzH.AzH.C^{10}H^7\\OC^6H^5\end{cases}$.

» L'analyse a donné :

Trouvé : Az = 10,01 pour 100. La théorie exige : 9,93 pour 100.
Trouvé : C = 73,59; H = 4,77. Calculé : C = 73,38; H = 5,03.

» Ce corps ne fond pas sans décomposition.

» Sans doute, le traitement des carbonates phénoliques par les hydrazines en proportion calculée permettrait d'obtenir des uréthanes aromatiques analogues à celle que nous signalons pour la naphtylhydrazine β.

» Ces recherches seront poursuivies. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Combinaisons du chlorure de lithium avec l'éthylamine.* Note de M. J. **Bonnefoi**.

« Pur et anhydre, le chlorure de lithium forme avec l'éthylamine trois composés solides. Ces corps se produisent plus rapidement, si l'on prend soin de faire absorber d'abord par le chlorure du gaz ammoniac, que l'on chasse ensuite par un courant d'azote sec.

» I. $LiCl + C^2H^7Az$. — Ce composé se forme lorsqu'on fait passer le gaz éthylamine sur le chlorure de lithium au-dessus de + 70°, ou bien en décomposant à cette température les combinaisons suivantes. C'est une masse blanche, poreuse, semblable aux corps obtenus avec le gaz ammoniac ou la méthylamine, et précédemment décrits (¹).

» Sa chaleur de dissolution dans l'eau (6^{lit}) est de $+7^{Cal},503$.

» Connaissant la chaleur de dissolution de C^2H^7Az ($+12^{Cal},91$) (²), on en déduit :

$$LiCl\ sol. + C^2H^7Az\ gaz = LiCl, C^2H^7Az\ sol. \ldots\ldots\ldots \quad +13^{Cal},834$$

» Ce nombre est le même que celui que fournit $LiCl + CH^5Az$ ($+13^{Cal},820$), et plus élevé, de deux calories, que celui donné pour $LiCl + AzH^3$ ($+11^{Cal},842$).

» Les tensions de dissociation du composé $LiCl, C^2H^7Az$ ont été déterminées seulement à deux températures :

+ 89°,3	757^{mm}
+ 91°,7	858^{mm}

ce qui donne, en appliquant la formule de Clapeyron,

$$+13^{Cal},717,$$

résultat qui concorde sensiblement avec la donnée calorimétrique directe.

» On peut dès lors calculer toute la courbe.

» II. $LiCl + 2C^2H^7Az$. — Ce composé se produit entre + 58° et + 70°, soit directement, soit en laissant la combinaison suivante se détruire. Il est blanc et poreux comme le précédent :

$$\text{Chaleur de dissolution } (8^{lit}) \ldots\ldots\ldots \quad +9^{Cal},43$$

d'où l'on déduit

$$LiCl\ sol. + 2C^2H^7Az\ gaz = LiCl, 2C^2H^7Az\ sol. \ldots\ldots\ldots \quad +24^{Cal},817$$

et

$$(LiCl + C^2H^7Az)\ sol. + C^2H^7Az\ gaz = LiCl, 2C^2H^7Az \ldots \quad +10^{Cal},983$$

» C'est un nombre inférieur à la fois à celui que donne $LiCl, CH^5Az$ fixant CH^5Az ($+12^{Cal},06$) et même à celui fourni par $LiCl, AzH^3$ fixant AzH^3 ($+11^{Cal},517$). Cependant les trois résultats sont très voisins.

» Les tensions de dissociation de $LiCl, 2C^2H^7Az$ sont

A + 69°,4	743^{mm}
A + 72°	840^{mm}

ce qui donnerait, en appliquant la formule de Clapeyron,

$$+11^{Cal},09$$

pour la fixation de la seconde molécule de C^2H^7Az.

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXIV, p. 771, et t. CXXVII, p. 367 et 517.

(²) M. Berthelot, *Thermochimie*, t. II, p. 368.

» III. $LiCl + 3C^2H^7Az$. — Ce composé se produit au-dessous de +58°. Il est saturé, et je n'ai pu obtenir de combinaison à $4C^2H^7Az$, même en employant l'éthylamine liquide. Il est blanc, poreux, plus volumineux que les deux précédents.

Chaleur de dissolution (10^{lit}) .... $+11^{Cal},77$

d'où l'on déduit

$LiCl$ sol. + $3C^2H^7Az$ gaz. = $LiCl, 3C^2H^7Az$ sol .... $+35^{Cal},387$

et

($LiCl + C^2H^7Az$) sol. + C^2H^7Az gaz. = $LiCl, 3C^2H^7Az$ sol.... $+10^{Cal},57$

nombre inférieur aux deux résultats correspondants obtenus antérieurement :

($LiCl, 2CH^5Az$) + CH^5Az .... $+10^{Cal},81$

et

($LiCl, 2AzH^3$) + AzH^3.. $+11^{Cal},097$

mais encore très voisin.

» Les tensions de dissociation de $LiCl^3, 3C^2H^7Az$ sont

A +57° .... 696^{mm}
A +61° .... 843^{mm}

ce qui donne, en appliquant la formule de Clapeyron,

$$+10^{Cal},503$$

pour la fixation de la troisième molécule de C^2H^7Az gaz., résultat qui concorde avec la donnée directe +10,57.

» IV. *En résumé*, l'addition de 3 molécules de AzH^3, de CH^5Az ou de C^2H^7Az à 1 molécule de $LiCl$ sol. dégage des quantités de chaleur très voisines : +34,456, +36,690 et +35,387. La faible différence constatée tient surtout à la fixation de la première molécule. Enfin l'ammoniac seul donne un composé à 4 molécules.

» Dans tous les cas, la formule de Clapeyron donne des résultats qui concordent parfaitement avec les données calorimétriques directes. »

THERMOCHIMIE. — *Sur la narcéine* (1). Note de M. Émile Leroy.

« L'échantillon de narcéine utilisé a fourni à l'analyse les nombres suivants : C 57,37; H 6,60; Az 2,98; perte à 100° : 7,40, ce qui correspond à la formule $C^{23}H^{27}AzO^8 2H^2O$, qui exige : C 57,38; H 6,44; Az 2,91; eau

(1) Laboratoire du Collège de France.

d'hydratation 7,48. L'existence d'un hydrate de narcéine à $2H^2O$ n'a pas encore été signalée. Ce corps, dissous dans l'eau bouillante, donne par refroidissement des cristaux qui renferment $3H^2O$; c'est l'hydrate anciennement connu. Il ne m'a d'ailleurs pas été possible, en faisant varier les conditions de cristallisation, de reproduire l'hydrate à $2H^2O$.

» *Chaleur d'hydratation.* — Elle a été déterminée en mesurant les chaleurs de dissolution de la narcéine anhydre et de ses hydrates, dans la potasse étendue. On a dissous 1 molécule de narcéine dans 2 molécules de potasse (1 molécule KOH dans 25^{lit}). Le dégagement de chaleur a été vers 14° :

			Cal
Pour	Né.$3H^2O$	dissous dans 2KOH	+ 2,8
»	Né.$2H^2O$	»	+ 5,8
»	Né anhydre (déshydraté à 100°)	....	+12,0

» On déduit de là :

	Eau liquide.	Eau solide.
Né + $2H^2O$.........	$+6^{Cal}$, ou $3^{Cal},1 \times 2$	$+3^{Cal},1$ ou $+1^{Cal},55 \times 2$
Né.$2H^2O$ + H^2O.....	$+3^{Cal},0$	$+1^{Cal},45$

» L'addition de la troisième molécule d'eau dégage presque autant de chaleur que chacune des deux premières.

» *Chaleur de combustion.* — La narcéine anhydre étant très hygrométrique, on a brûlé dans la bombe calorimétrique l'hydrate à $2H^2O$. Il a été nécessaire d'employer une petite quantité de camphre pour faciliter la combustion. On a trouvé, à la température de 15°, pour 1^{gr} de substance : $5820^c,9$; $5823^c,8$; $5824^c,9$; moyenne $5823^c,2$; d'où, pour $1^{mol} = 481$, $2790^c,9$ à volume constant et $2792^c,2$ à pression constante.

» *Chaleur de formation.* — On en déduit, pour la chaleur de formation de la narcéine hydratée,

$$C^{23} + H^{27} + Az + O^8 + 2H^2O \text{ liq.} = \text{Né}.2H^2O \text{.......} \quad +308^{Cal},4$$

et pour la formation du corps anhydre,

$$C^{23} + H^{27} + Az + O^8 = \text{Né} \text{.........................} \quad 302^{Cal},2.$$

» *Chlorhydrate de narcéine.* — La narcéine ne se dissout pas dans la quantité équivalente d'acide chlorhydrique étendu; il faut employer un excès d'acide pour que la dissolution soit complète. On a trouvé que la dissolution de 1 molécule de Né.$2H^2O$ dans 5 molécules d'acide (1^{mol} HCl dans 10^{lit}) absorbe $-4^{Cal},62$. En tenant compte de la chaleur d'hydratation, on aurait pour la base anhydre $+1^{Cal},58$.

» Le chlorhydrate cristallisé a été obtenu en dissolvant la narcéine dans HCl étendu et en ajoutant un grand excès d'acide; il se sépare peu à peu des cristaux brillants ayant pour formule $C^{23}H^{27}AzO^8HCl.3H^2O$ (HCl trouvé : 6,77, calculé : 6,81; H^2O trouvé : 10,01, calculé : 10,08). Ce sel se déshydrate sans altération à 120°. Il ne se dissout pas complètement dans l'eau pure, mais se dissout facilement dans l'eau

acidulée par HCl. Cela permet de réaliser, par dissolution du sel dans l'eau acidulée, l'état final obtenu dans les expériences de neutralisation. On a trouvé pour chaleur de dissolution du sel hydraté, vers 15°, $-9^{Cal},30$, et pour le sel anhydre $-2^{Cal},54$.

» On en déduit d'abord la chaleur d'hydratation :

$$\text{Né.HCl} + 3H^2O \text{ liq} \ldots\ldots + 6^{Cal},76$$
$$\text{Né.HCl} + 3H^2O \text{ sol} \ldots\ldots + 2^{Cal},08$$

puis la chaleur de formation du chlorhydrate solide :

$$\text{Né} + \text{HCl gaz} = \text{NéHCl sol} \ldots\ldots + 21^{Cal},52$$

» *Sel de potassium.* — On a donné plus haut la chaleur de dissolution de 1 molécule de narcéine dans 2 molécules de KOH. Si, à la liqueur ainsi obtenue, l'on ajoute 1 molécule de HCl, le dégagement de chaleur est de $13^{Cal},4$ vers 14°, température à laquelle la chaleur de neutralisation de KOH par HCl est $13^{Cal},9$; on en déduit que le deuxième équivalent de potasse ajouté a dégagé $0^{Cal},5$ et par conséquent,

$$\text{Né sol.} + \text{KOH diss. dégage} \ldots\ldots + 11^{Cal},5$$

Le sel de potassium solide a été préparé d'après les indications de Freund (*Annales de Liebig,* t. CCLXXVII, p. 35). Ce sel retient 1 molécule d'alcool de cristallisation, qu'il perd facilement dans le vide sur l'acide sulfurique. Il a alors pour formule $C^{23}H^{26}AzO^8K$ (K trouvé : 7,89; calculé : 8,05); cette substance très hygrométrique se dissout facilement dans l'eau, en dégageant par molécule $+ 8^{Cal},85$.

» On calcule alors facilement la chaleur de formation du sel solide

$$C^{23}H^{27}AzO^8 \text{ sol.} + \text{KOH sol.} = C^{23}H^{26}AzO^8K \text{ sol.} + H^2O \text{ sol.} + 16^{Cal},7.$$

» Il résulte de cette étude que la narcéine est une base très faible; de tous les alcaloïdes de l'opium, c'est celui dont la fonction basique a la moindre intensité. La chaleur de formation de son chlorhydrate, $21^{Cal},52$, est voisine (un peu moindre cependant) de celle du chlorhydrate de narcotine, $21^{Cal},72$; et comme cette base, la narcéine est sans action sur le tournesol. L'étude thermique de la narcéine montre surtout nettement l'existence d'une fonction acide bien caractérisée. La formation du sel de potassium dégage $16^{Cal},7$; c'est un nombre notablement inférieur à la chaleur de formation des sels de potassium des acides proprement dits (acétates, benzoates, etc.), mais supérieur, d'autre part, à celle des phénates. La fonction acide de la narcéine est seulement un peu affaiblie par la coexistence d'une fonction basique dans la même molécule. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur l'évolution de la matière minérale pendant la germination* (¹). Note de M. G. ANDRÉ.

« Il m'a paru intéressant de suivre les variations de la matière minérale depuis le moment où la graine est confiée au sol, dans les conditions ordinaires de la germination, jusqu'à celui où la plante, après avoir diminué constamment de poids sec, parvient à cet état de développement où elle pèse à peu près le même poids que sa graine. La plante possède souvent à ce moment une tige de plusieurs centimètres de hauteur, garnie de feuilles, et la fonction chlorophyllienne s'exerce déjà depuis quelque temps.

» J'ai principalement cherché, dans mes expériences, à comparer l'évolution de la matière minérale à celle de la matière organique et à saisir la correspondance qui existe entre les deux; on sait quelles associations intimes présentent ces deux matières chez les êtres vivants.

» J'ai pris comme sujet d'expériences le Haricot d'Espagne (*Phaseolus multiflorus*). Sa graine est essentiellement amylacée, son poids est assez considérable (1^{gr} environ), et il est facile de la déraciner à tout moment de la végétation, sans léser les racines. J'ai évité à dessein les cultures dans l'eau, voulant n'opérer que dans les conditions naturelles de la germination.

» Les graines de cette plante ont été semées sur une parcelle de la Station de Chimie végétale de Meudon : huit jours après le semis, j'ai prélevé avec précaution, à des intervalles de temps assez rapprochés, un lot de 60 à 80 graines prises au hasard sur la parcelle ensemencée, je les ai lavées extérieurement à l'eau pour enlever toute trace de terre, pesées à l'état frais après dessiccation d'une heure à l'air, puis pesées à l'état sec après dessiccation à 110°, et enfin analysées. La perte de poids sec est considérable pendant la germination; on sait que les graines amylacées perdent alors plus de matière sèche que les graines oléagineuses.

» I. Je citerai seulement ici quelques chiffres qui se rapportent à la première et à la troisième série de mes essais, dont je publierai les détails, ainsi que ceux des autres séries, dans un Mémoire étendu.

» 100 graines ou plantules sèches contiennent les quantités de matière suivantes :

(¹) Laboratoire du Collège de France.

Première série.

	Poids de la matière séchée à 110°.	Perte pour 100 du poids sec de la graine.	Poids des cendres totales.	Az total.	PO^4H^3.	K^2O.	SiO^2.	CaO.
	gr		gr	gr	gr	gr	gr	gr
10 mai 1899. 100 graines..	93,15	»	4,63	3,18	1,69	2,22	0,04	0,14
1. 19 » 100 plantules...	89,20	4,23	4,94	3,07	1,61	2,04	0,16	0,17
2. 23 » 100 » ...	90,42	2,91	5,86	3,27	1,76	2,41	1,33	0,25
3. 26 » 100 » ...	79,26	14,32	7,93	3,11	1,66	2,36	2,96	0,38
4. 30 » 100 » ...	69,83	25,03 (1)	9,46	3,02	1,56	2,31	3,51	0,57
5. 3 juin. 100 » ...	75,19	19,27	10,28	3,00	1,58	2,67	3,81	0,94
6. 9 » 100 » ...	113,27	+21,61	16,90	4,18	1,85	4,53	4,16	2,47

Troisième série.

	Poids de la matière séchée à 110°.	Perte pour 100 du poids sec de la graine.	Poids des cendres totales.	Az total.	PO^4H^3.	K^2O.	SiO^2.	CaO.
	gr		gr	gr	gr	gr	gr	gr
26 juin. 100 graines....	116,95	»	5,29	3,61	1,29	2,55	0,01	0,21
1. 3 juillet. 100 plantules...	98,50	15,78	4,50	3,47	1,45	2,12	0,38	0,28
2. 5 » 100 » ...	99,71	14,75	5,32	3,64	1,47	2,10	1,05	0,33
3. 8 » 100 » ...	84,34	27,89	6,74	3,41	1,18	2,10	3,00	0,47
4. 11 » 100 » ...	77,89	33,40 (2)	8,00	3,47	1,30	2,02	4,47	0,79
5. 15 » 100 » ...	105,66	9,66	16,38	4,56	1,47	3,44	5,69	1,80
6. 10 » 100 » ...	133,55	+14,19	17,88	5,97	1,74	4,31	4,48	3,33

» Dans les deux exemples qui précèdent, entre le 3 et le 9 juin, d'une part, le 15 et le 19 juillet, d'autre part, la plante, à l'état sec, pesait autant que sa graine initiale. Les cendres totales ont à peu près triplé. Cette absorption de matière fixe ne porte pas, dès le début, sur tous les éléments à la fois, comme on le voit; il semble que ceux qui sont les plus utiles à la vie ultérieure du végétal (acide phosphorique et potasse) sont aussi ceux que la graine en germination absorbe les derniers. On comprend facilement la chose, si l'on réfléchit à la relation étroite qui existe, par exemple, entre la formation des albuminoïdes d'une part et la présence des phosphates de l'autre.

» II. En ce qui concerne l'azote, en effet, l'analyse montre que, dans la première série, la quantité d'azote total contenu dans 100 graines sèches était de 3gr, 18. Cet azote n'a pas varié, dans les limites d'erreur des expériences, tant que la plante a pesé moins que sa graine; il a atteint, à la

(1) Tiges de 0m, 12 à 0m, 15 de hauteur portant quatre feuilles vertes.

(2) Tiges de 0m, 15 à 0m, 20 de hauteur portant de deux à quatre feuilles vertes.

sixième prise d'échantillon, le chiffre de $4^{gr},18$, alors que l'augmentation de poids sec de la plantule, par rapport à celui de la graine initiale, était de 21,61 pour 100. On voit, en consultant le Tableau qui précède, que l'acide phosphorique suit une marche à peu près parallèle à celle de l'azote, et que le poids de cet acide ne se relève à $1^{gr},85$ qu'au moment où l'azote passe de 3^{gr} à $4^{gr},18$. Mêmes observations pour la troisième série, ainsi que pour les autres dont je ne puis ici, faute de place, transcrire les chiffres.

» III. La potasse, dont on connaît les relations remarquables avec la genèse de l'amidon, se comporte de la façon suivante : Tant que la plantule vit sur sa graine et qu'elle perd de poids sec, le taux de cet alcali demeure sensiblement invariable. Il commence cependant à augmenter un peu plus tôt que celui de l'acide phosphorique, et cette augmentation semble coïncider avec le développement de la fonction chlorophyllienne, avec le moment où la plante récupère peu à peu par cette nouvelle fonction de nouvelles matières organiques remplaçant celles qu'elle a perdues. Dans les deux Tableaux ci-dessus, aux chiffres 2,67 et 3,44, notablement plus élevés que ceux qui les précèdent immédiatement, correspondent les époques où la plante, après avoir atteint le maximum de sa perte sèche, commence à augmenter de poids sec et où, par conséquent, la fonction chlorophyllienne devient active. Cette remarque confirme le rôle de la potasse dans la formation de l'amidon, signalé autrefois par Nobbe, Schrœder et Erdmann.

» IV. Le poids de la silice devient cent et quatre cents fois plus grand dans le cours de l'expérience; celui de la chaux dix-sept fois plus grand environ. Il n'y a donc pas de relation directe entre ces deux éléments, chacun d'eux entrant dans le végétal indépendamment de l'autre. Si l'on veut chercher une signification physiologique dans ce fait d'une absorption de principes fixes ayant lieu *dès le début* même de la germination, on est conduit à penser que l'absorption de la silice est en relation avec la transformation des celluloses facilement saccharifiables (hémicelluloses) en celluloses non saccharifiables par les acides étendus. I. Pierre, M. Dehérain, MM. Berthelot et André ont déjà insisté, à différentes reprises, sur les relations remarquables existant entre la cellulose et la silice.

» Peut-être en est-il de même pour la chaux, qui s'accumule de préférence dans les cendres de la matière dite *incrustante* à mesure que la plantule se développe. Il est remarquable de voir la silice, colloïdale, monter dans le végétal avec une pareille rapidité, alors que les principes cristalloïdes ne sont absorbés que plus tard.

» Il existe donc, d'après ce qui précède, une relation intime entre la matière minérale et la matière organique pendant la germination. Toutefois, il convient de ne pas trop généraliser le rôle de la silice, encore fort obscur, puisque la graine, comme l'on sait, peut évoluer dans des solutions exemptes de cette substance.

» J'exposerai prochainement quelques remarques relatives aux transformations de la matière organique pendant la germination. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur le dosage des halogènes dans les composés organiques* [1]. Note de M. **Amand Valeur**.

« M. Berthelot a montré depuis longtemps et rappelé récemment (*Comptes rendus*, t. CXXIX, p. 1002) que la combustion des corps organiques dans la bombe pouvait être utilisée, non seulement pour les mesures thermochimiques de précision, mais aussi pour le dosage de la plupart des éléments minéraux susceptibles d'entrer dans la composition des corps organiques. Je me propose, dans cette Note, de faire connaître les essais que j'ai effectués dans le même ordre d'idées et les résultats que j'ai obtenus, dans le cas particulier du dosage des éléments halogènes.

» J'étudierai en premier lieu le dosage du chlore et du brome, puis celui de l'iode :

» I. Dosage du chlore et du brome. — Les travaux de MM. Berthelot et Matignon sur la combustion des composés chlorés, dans l'oxygène comprimé, ont montré que, dans cette combustion, Cl est transformé partiellement en HCl et reste en partie à l'état libre.

» Pour ramener le chlore libre à l'état de HCl, MM. Berthelot et Matignon se sont servis d'une solution d'acide arsénieux; et plus récemment, spécialement en vue du dosage, M. Berthelot indique l'emploi des arsénites et des sulfites alcalins.

» Le procédé dont je me sers présente le très grand avantage de ramener le dosage de Cl et de Br à l'emploi des méthodes volumétriques et permet d'effectuer le dosage de ces éléments dans un temps qui n'excède pas une demi-heure. Il consiste à brûler la substance organique dans la bombe, en présence d'une solution ammoniacale concentrée : les produits de la combustion étant CO^2, HCl, Cl, et AzO^3H (en très petite quantité), l'ammoniaque en excès fait passer Cl et HCl à l'état de AzH^4Cl et transforme CO^2 et AzO^3H en sels ammoniacaux. Il suffit donc d'agiter la bombe après la combustion et de recueillir la solution ammoniacale; celle-ci se prête avec la plus grande facilité au dosage par voie volumétrique.

---

(1) Laboratoire du Collège de France.

» Pour cela, j'ai employé deux moyens: le premier consiste à évaporer la solution ammoniacale au bain-marie, à siccité. Dans ces conditions, il n'y a, comme on le sait, aucune perte de AzH^4Cl. Il suffit alors de doser l'élément halogène au moyen d'une solution titrée d'azotate d'argent, en se servant de chromate neutre de potasse comme indicateur. La seconde méthode est plus rapide encore et tout aussi précise; elle consiste à rendre nettement acide par AzO^3H la solution ammoniacale, y ajouter un excès d'une solution titrée de AzO^3Ag et déterminer l'excès d'argent par la méthode Lextreit-Vöhlard, au moyen du sulfocyanure d'ammonium, en se servant de l'alun de fer comme indicateur; ces deux modes opératoires donnent également de bons résultats et sont applicables indifféremment au cas du chlore ou du brome.

» 1° *Acide chloranilique*. — On a employé $0^{gr},3262$ de substance, qui ont été brûlés avec $0^{gr},40$ environ d'un combustible auxiliaire (naphtalène) en présence de 25^{cc} de AzH^3 concentrée et pure; il a fallu $31^{cc},3$ de liqueur argentique, correspondant à $0^{gr},00354$ de Cl par centimètre cube. Soit, trouvé, Cl pour 100 : 33,96; calculé pour $C^6H^2O^4Cl^2$, Cl pour 100 : 33,97.

» 2° *Acide parabromobenzoïque*. — Deux opérations ont été faites : l'une, sur $0^{gr},6573$, a donné, Br pour 100 : 39,44; l'autre, sur $0^{gr},5051$, a fourni, Br pour 100 : 39,48; calculé pour $C^7H^5BrO^2$, Br pour 100 : 39,80.

» 3° *Dibromoanthracène*. — On a opéré sur $0^{gr},7656$; les liqueurs ammoniacales ont été divisées en deux parties; l'une a été titrée au chromate, l'autre au sulfocyanure; on a trouvé respectivement, Br pour 100 : 47,45 et 47,51; calculé pour $C^{14}H^8Br^2$, Br pour 100 : 47,72.

» II. Dosage de l'iode. — La méthode qui précède n'est point applicable au dosage de l'iode, en raison de la manière différente dont cet élément réagit sur AzH^3. J'ai remplacé, dans ce cas, la solution ammoniacale par une solution de potasse concentrée. Cette méthode demande quelques précautions spéciales; aussi la décrirai-je avec quelques détails. J'ai opéré sur un corps très riche en iode, le tétraiodoéthylène (diiodoforme) C^2I^4. Ce composé étant trop dense pour qu'on puisse réduire en pastille une quantité aussi faible que celle qui a été mise en œuvre, j'ai creusé une petite cavité dans une pastille de naphtalène et y ai déposé le corps iodé, soit $0^{gr},2942$, dans une expérience; au-dessus de la substance a été placée une seconde pastille de naphtalène et la combustion a été faite à la manière ordinaire, dans la bombe, au fond de laquelle on avait déposé, avant l'expérience, 50^{cc} de KOH (1 mol $= 0^{lit},50$).

» La combustion terminée, on place la bombe sur un plan parallèlement à son grand axe et on la fait rouler pendant quelque temps sur le plan, de manière que la solution de potasse vienne toucher successivement tous les points de la surface interne de la bombe. Cela fait, on laisse refroidir, et alors seulement on détend lentement les gaz; ils doivent être absolument inodores, si l'opération a été bien conduite. La bombe ouverte est lavée avec soin et le liquide placé dans un petit ballon. On neutralise alors partiellement la potasse au moyen de SO^4H^2 au cinquième, puis on distille en recueillant l'iode dans une solution de KI. Quand il ne passe plus d'iode, on ajoute une nouvelle quantité de SO^4H^2, de manière à rendre la liqueur très fortement acide, puis 30^{cc} à 50^{cc} de $Cr^2O^7K^2$ en solution saturée, et l'on distille de nouveau. Quand il ne passe plus d'iode, on étend la solution iodoiodurée à 200^{cc}, on en prélève 20^{cc} et l'on dose avec une solution d'hyposulfite étendue, exactement titrée au moyen d'iode pur.

Il a fallu $21^{cc},9$ d'hyposulfite correspondant à $1^{gr},28$ d'iode par litre. Soit :

I pour 100 = 95,28 calculé pour C^2I^4, I pour 100 = 95,48. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur quelques effets des décharges électriques sur le cœur des Mammifères.* Note de MM. **J.-L. Prevost** et **F. Battelli**, présentée par M. Ranvier.

« Dans une précédente Note (23 octobre 1899) nous avons résumé le mécanisme de la mort par les décharges électriques, en indiquant la technique que nous avons suivie.

» Nous donnons aujourd'hui le résumé d'expériences faites dans le laboratoire de Physiologie de l'Université de Genève en suivant le même dispositif, avec la différence qu'une des électrodes était appliquée directement sur le cœur mis à nu. Cette électrode était constituée par un ou plusieurs disques métalliques recouverts d'étoffe mouillée, qui étaient appliqués sur la paroi antérieure des ventricules.

» Ces expériences ont été faites sur des Mammifères (chiens, chats, lapins) curarisés ou anesthésiés par le chloroforme, le chloral, la morphine ou l'éther.

» Dans une Note précédente (13 mars 1899) nous avons montré que les trémulations fibrillaires du cœur provoquées chez le chien, chez lequel elles sont définitives, peuvent dans certaines conditions être arrêtées, le cœur reprenant ses battements lorsque l'on soumet l'animal au passage d'un courant alternatif de haute tension (de 4800 volts par exemple).

» Au moyen de décharges électriques faites directement sur le cœur, nous sommes arrivés à des résultats analogues, que nous résumons dans les conclusions suivantes :

» 1. Quelle que soit la cause qui a provoqué les trémulations fibrillaires du cœur, chez le chien ou chez le chat adultes, elles peuvent être abolies et remplacées par de vraies contractions rythmiques du cœur, avec restauration de la pression artérielle lorsqu'on applique sur le cœur une décharge électrique appropriée (ni trop faible, ni trop forte); si toutefois on ne laisse pas s'écouler un laps de temps supérieur à quinze secondes environ.

» 2. Quand on a laissé passer plus de quinze secondes après l'apparition des trémulations fibrillaires, il faut recourir à un massage plus ou moins prolongé du cœur, pour appliquer la décharge d'une manière efficace et obtenir la cessation des trémulations et le rétablissement des battements rythmiques du cœur.

» Sous l'effet de ces décharges, les oreillettes sont, le plus souvent, arrêtées en diastole; mais cet arrêt n'est que momentané, si les ventricules réacquièrent des contractions efficaces.

» Les décharges qui nous ont paru les plus favorables à la restitution des battements du cœur étaient, chez le chat (capacité : 0,63 microfarad; distance explosive : 5^{mm}) ; chez les chiens de petite ou de moyenne taille (capacité : 1,74; distance explosive : 5^{mm}); chez les chiens de grande taille (capacité : 1,74; distance explosive : 6^{mm}).

» 3. Les courants induits appliqués sur la région du cœur, qui a reçu une forte décharge électrique, ne provoquent plus de trémulations fibrillaires.

» Ces trémulations peuvent, au contraire, être provoquées, si l'on électrise un point autre que celui qui a reçu la décharge.

» 4. L'inhibition du point du cœur qui a reçu la décharge peut être plus ou moins intense, suivant l'énergie de la décharge; ce point peut être ou complètement inhibé et rester sans réaction, ou ses réactions peuvent être simplement affaiblies.

» 5. L'inhibition du point qui a reçu la décharge ne provient pas d'une lésion anatomique profonde, car elle est habituellement passagère.

» 6. En cas de décharges d'énergie modérée, le courant induit appliqué sur le point de la décharge donne souvent lieu à une accélération du cœur. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Considérations générales sur les organes reproducteurs mâles des Coléoptères à testicules composés et disposés en grappes* [1]. Note de M. L. **Bordas**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Les glandes génitales mâles des Coléoptères, malgré leur prodigieuse polymorphie, leur complexité apparente, les formes variées qu'affectent les testicules, les glandes annexes, etc., peuvent néanmoins se ramener à deux formes types fondamentales, relativement simples, autour desquelles nous avons groupé toutes les autres, quelles que soient leur complication et leur diversité morphologiques. Dans ces deux formes primordiales sont compris : 1° *les Coléoptères à testicules simples et tubuleux*, et 2° *les Coléoptères à testicules composés et disposés en faisceaux ou en grappes.*

---

[1] Travail du Laboratoire de Zoologie de la Faculté des Sciences de Marseille, dirigé par M. le professeur Marion.

» Nous allons, dans cette étude préliminaire, nous occuper des espèces à testicules composés et disposés en grappes. Dans ce groupe se rangent les Coléoptères appartenant aux familles suivantes : *Tenebrionidæ, Staphylinidæ, Hydrophilidæ, Telephoridæ, Silphidæ, Coccinellidæ, Cantharididæ, Cleridæ, Elateridæ,* etc.

» Les TESTICULES affectent parfois la forme de grappe simple et sont formés d'un petit nombre de lobes ou capsules testiculaires s'ouvrant à l'extrémité antérieure du canal déférent (*Tenebrionidæ*). Parfois aussi, la grappe, également simple, simule l'apparence d'un épi et comprend un réceptacle central tubuleux, dans lequel viennent déboucher une multitude d'ampoules spermatiques coniques et sessiles (*Staphylinidæ, Hydrophilidæ,* etc.). Mais, dans la majorité des cas, la grappe est composée et comprend un conduit médian, portant latéralement des ramifications, généralement très courtes, sur lesquelles s'ouvrent directement des capsules ou ampoules spermatiques sessiles ou faiblement pédicellées (*Timarcha, Silphidæ, Coccinellidæ, Elateridæ,* etc.). Chez les *Cleridæ,* ces ampoules sont allongées, fusiformes, amincies et filamenteuses à leur extrémité libre.

» Les CANAUX DÉFÉRENTS, tubuleux et parfois courts (*Staphylinidæ*), sont généralement longs, sinueux et souvent pelotonnés. Chez toutes les espèces, leur extrémité terminale s'élargit plus ou moins pour constituer les VÉSICULES SÉMINALES. Ces dernières renferment toujours, au milieu d'un liquide clair et gluant, de nombreux faisceaux de spermatozoïdes. Chez les *Coccinellidæ,* la dilatation réceptaculaire, large et sacciforme, est tout particulièrement caractéristique. Ces canaux vont généralement déboucher à la partie terminale des glandes annexes externes ou bien sur les côtés de l'extrémité initiale, légèrement dilatée, du conduit éjaculateur (*Staphylinidæ*). Le point d'embouchure, chez les Coccinelles, est situé à peu près au quart inférieur de la première paire de glandes annexes.

» Le nombre des GLANDES ANNEXES OU ACCESSOIRES [1] dépasse toujours deux paires, contrairement à ce qui existe chez les Coléoptères à testicules simples et tubuleux et chez ceux à testicules composés et fasciculés.

» Les *Tenebrionidæ*, les *Staphylinidæ*, les *Silphidæ*, les *Telephoridæ*, etc., ont deux paires de ces glandes, tandis qu'on en compte trois chez les *Coccinellidæ*, les *Cantharididæ*, les *Elateridæ*, etc., et quatre paires chez les

---

(1) K. ESCHERICH (1894) et P. BLATTER (1897), dans leur Étude sur l'Hydrophile, appellent *ectadénies* les glandes annexes dépendant directement du conduit éjaculateur et *mésadénies* les organes annexiels dus à des évaginations des canaux déférents.

Cleridæ. Exceptionnellement, les *Timarcha* ne possèdent, comme glandes annexes, que deux petites vésicules, considérablement atrophiées et s'ouvrant chacune au milieu du canal déférent correspondant.

» Parmi ces organes, les uns (mésadénies) sont généralement en rapport avec l'extrémité terminale des canaux déférents, tandis que les autres (ectadénies) s'ouvrent directement à l'origine du conduit éjaculateur. Ces glandes sont généralement tubuleuses, allongées, sinueuses et parfois pelotonnées (*Telephoridæ, Silphidæ, Coccinellidæ*, etc.). Elles se présentent cependant assez souvent sous la forme de vésicules ovoïdes (*Timarcha, Staphylins*) ou de tubes larges, sacciformes, cylindriques, très variables quant à leur conformation et à extrémité libre émoussée et recourbée en S ou en forme de crochet (*Clerus, Elater, Athous, Corymbites*, etc.).

» Le produit de sécrétion glandulaire est un liquide souvent muqueux, gluant, hyalin et transparent; parfois, il se prend en une masse homogène et gélatineuse; souvent aussi, dans les glandes internes (ectadénies), ce produit se concrète en une masse dure, résistante, cornée, élastique et flexible, de couleur jaunâtre ou rougeâtre (*Cleridæ*). Dans ce dernier cas, les coupes sont rendues très difficiles. Certaines des glandes annexes ont sans doute pour fonction de sécréter un liquide destiné à diluer le sperme ou d'exercer une fonction physiologique au moment de la copulation.

» Les glandes annexes ont une *structure histologique* assez simple. Elles sont pourvues extérieurement d'une membrane enveloppante assez mince, formée de faisceaux musculaires circulaires et longitudinaux. Vient ensuite une membrane basilaire (tunique propre), très ténue et de nature conjonctive, supportant l'épithélium sécréteur. Ce dernier est formé par une assise unique de cellules allongées et cylindriques, de formes variables suivant la nature des glandes et les régions de l'organe. Le bord interne de l'épithélium est irrégulier, parfois sinueux, et ne présente, en aucun cas, de membrane chitineuse recouvrante interne.

» Le CONDUIT ÉJACULATEUR est long et sinueux chez les *Tenebrionidæ*, les *Staphylinidæ*, les *Telephoridæ*, etc., large et court, au contraire, chez la plupart des autres espèces. Il présente en général, au cours de son trajet, un renflement vésiculeux, dû non à la dilatation de son lumen interne, mais bien à un accroissement considérable de l'épaisseur de ses parois. Il traverse finalement l'axe du pénis et s'ouvre au dehors par un orifice circulaire.

» Le conduit éjaculateur est entouré d'un manchon externe très puissant et fort épais, constitué par des fibres musculaires circulaires et longi-

tudinales, disposées en un nombre variable d'assises. Sur le bord interne de la couche musculaire, vient un très mince ruban membraneux basilaire, de nature conjonctive, sur lequel repose l'*épithélium chitinogène*. Ce dernier est formé par des cellules allongées et cylindriques ou parfois aplaties et cubiques. La cavité centrale du conduit, généralement fort étroite, est limitée par une intima chitineuse, à contour plus ou moins sinueux, parfois lisse et souvent aussi recouvert de soies ou de piquants cornés.

» L'étude de l'épithélium chitinogène nous montre que le bord libre des cellules disparaît parfois et que l'on peut passer, par des transitions insensibles, de la structure protoplasmique de la région interne des cellules à la couche chitineuse. Cette constatation nous permet de conclure que l'intima chitineuse n'est pas un produit de sécrétion cellulaire, mais bien une différentiation de la région cytoplasmique interne de l'assise chitinogène.

» Le conduit éjaculateur, malgré son apparence simple, a cependant une origine double, ainsi qu'en témoignent : 1° un bourrelet médian interne que l'on observe parfois sur les coupes, et 2° l'existence de deux conduits allongés, sinueux et libres sur la presque totalité de leur parcours, que l'on trouve encore chez quelques Longicornes (*Lamiinæ*). »

ZOOLOGIE. — *Évolution sans hétérogonie d'un Angiostome de la Couleuvre à collier*. Note de M. **Railliet**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Les belles recherches de Leuckart et de von Linstow ont montré que les Angiostomes (*Angiostoma* Dujardin) sont le type des Nématodes hétérogoniques, c'est-à-dire qu'ils offrent régulièrement deux ordres successifs de générations sexuées, savoir une forme monoïque parasite et une forme dioïque libre.

» Or, je viens d'étudier un Angiostome du poumon du *Tropidonotus natrix* dont le développement ne comporte plus de génération libre.

» Ce Ver, pour lequel je propose le nom d'*Angiostoma fuscovenosum*, se présente sous l'aspect d'une femelle longue de $3^{mm},4$ à $5^{mm},6$, large au maximum de 150 μ à 190 μ, de teinte blanchâtre avec une ligne brunâtre correspondant à l'intestin. Le corps est cylindrique, atténué aux deux extrémités, surtout en arrière où il se termine en pointe fine. Le tégument est strié en travers. L'extrémité céphalique est tronquée; la bouche, munie de six lèvres ou papilles, donne entrée dans une capsule buccale infundi-

buliforme; l'œsophage, un peu renflé en massue dans sa région postérieure, est long de 270 μ, large de 70 μ dans la partie la plus dilatée; l'intestin, fortement pigmenté, est à peu près cylindrique, sauf à l'extrémité postérieure, où il s'atténue pour aboutir à l'anus, situé à 110 μ de la pointe caudale. La vulve, assez saillante, est située un peu en avant du milieu du corps. Les deux tubes génitaux renferment 20 à 30 et jusqu'à 40 œufs non segmentés, longs de 79 μ à 85 μ, larges de 48 μ à 52 μ, pourvus d'une coque très mince.

» Les œufs sont pondus dans le poumon; ils évoluent et éclosent sur place. Ils donnent des embryons rhabditiformes que l'on trouve en très grand nombre, non seulement dans la cavité pulmonaire, mais aussi dans le tube digestif, qui constitue leur voie normale d'expulsion.

» Recueillies le 10 juin et conservées dans de l'eau de rivière filtrée sur porcelaine, ces *larves rhabditiformes* mesurent à ce moment 330 μ à 350 μ de long sur 20 μ d'épaisseur. Leur appareil digestif comprend une très faible dépression buccale suivie d'un tube pharyngien assez mince; puis un œsophage à double renflement, la dilatation postérieure étant pourvue d'un appareil dentaire; enfin, un intestin assez large, étranglé en arrière et terminé par un rectum fort grêle.

» Le 12 juin, ces larves sont déjà longues de 530 μ et larges de 30 μ. Elles montrent une capsule buccale très nette et un tube pharyngien plus large. Pour me rapprocher autant que possible des conditions naturelles, je les dépose sur du terreau humide, préalablement passé à l'autoclave à 120°, de manière à éliminer les Anguillulidés susceptibles de l'habiter. Un échantillon de ce terreau est du reste conservé pour servir de milieu témoin. Le tout est placé en chambre humide, à la température du laboratoire.

» Le 14 juin, les larves rhabditiformes mesurent 630 μ à 660 μ de long; le 16 juin, la plupart ont de 690 μ à 800 μ.

» Mais, à partir du 14 juin, on les voit successivement changer d'aspect. Le 20 juin, toutes ont subi une mue et se présentent à l'état de *larves strongyloïdes* ou filariformes. Elles sont plus grêles, et surtout beaucoup plus agiles, au point qu'on les prendrait à première vue pour des larves de *Rhabditis*. La cuticule est nettement striée; la capsule buccale s'ouvre directement dans l'œsophage, et celui-ci ne laisse plus guère distinguer qu'un renflement postérieur, moins accusé que dans la larve rhabditiforme, étranglé dans son milieu et dépourvu d'armature dentaire. Elles mesurent alors 610 μ à 650 μ de long sur 24 μ à 26 μ de large.

» On sait que les larves strongyloïdes représentent la phase ultime de la vie libre de l'espèce, la forme qui doit réintégrer l'organisme de l'hôte. Aussi bien, à dater du 25 juin, les voit-on périr peu à peu, de quelque façon qu'on varie les conditions de milieu; toutes sont mortes avant la fin de juillet.

» L'évolution qui vient d'être résumée est exactement parallèle à celle qu'ont observée, à plusieurs reprises, Grassi, Leichtenstern et Max Braun, soit pour le *Strongyloides intestinalis* de l'Homme, soit surtout pour divers

Strongyloides des animaux. Mais l'intérêt qu'elle présente repose précisément sur ce fait qu'on avait considéré jusqu'à présent l'alternance de générations comme nécessaire chez les Angiostomes. On voyait dans ces Nématodes un type de passage entre les *Rhabditis*, toujours libres et à sexes séparés, et les *Strongyloides*, offrant une puissante adaptation à la vie parasitaire, révélée par une tendance fréquente à la suppression de la génération libre et dioïque.

» Les faits qui précèdent montrent cette adaptation déjà très marquée dans les Angiostomes, puisque ces Vers peuvent aussi se développer sans hétérogonie. Ils se rapprochent même très nettement, à cet égard, des Strongylidés de l'appareil digestif, et, en particulier, des Sclérostominés, ce qui confirme les affinités soupçonnées par Dujardin d'après la seule morphologie.

» Dans des recherches ultérieures, il y aura lieu de s'assurer si, comme le fait a pu se produire parfois pour les *Strongyloides*, l'intervention d'une température relativement élevée ne serait pas susceptible de favoriser l'apparition d'une génération libre à sexes distincts, c'est-à-dire le rétablissement de l'hétérogonie. »

ZOOLOGIE. — *Sur le pigment des Arénicoles*. Note de M. **Pierre Fauvel**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Il existe dans le tégument des Arénicoles deux pigments ordinairement regardés comme complètement distincts :

» 1° Un lipochrome jaune, contenu dans les cellules épithéliales, dépourvu d'éléments figurés et soluble dans l'alcool;

» 2° Un pigment noir, formé de fines granulations insolubles de mélanine, de 1μ à 2μ, localisées dans le tiers supérieur des cellules épidermiques. C'est à ce dernier pigment que certaines Arénicoles doivent leur coloration noire.

» Ayant remarqué que des spécimens d'Arénicole, colorés en jaune clair, et à peu près complètement dépourvus de la pigmentation noire, noircissent fortement dans l'alcool, au point d'égaler les spécimens les plus foncés, surtout lorsqu'ils ont été fixés par un réactif acide, tel que le liquide de Perenyi, tandis que d'autres conservés dans le formol, ou fixés au sublimé, conservent une teinte claire ou se colorent à peine en brun, j'ai été amené à me demander si la couleur noire, chez l'animal vivant,

n'est pas due à une modification chimique du lipochrome jaune, à l'intérieur des cellules sous l'influence d'un milieu acide.

» 1° Le développement de la pigmentation noire suit la même marche que la coloration jaune. Chez les jeunes *A. marina*, au stade *Clymenides*, cette dernière se montre d'abord sur les deux extrémités du corps et gagne peu à peu vers le milieu; la pigmentation noire se montre *plus tard* et débute sur les mêmes régions.

» 2° La partie antérieure et la partie postérieure du tube digestif sont précisément celles qui présentent une réaction acide et leur épithélium est en continuité avec celui des extrémités du corps.

» 3° La pigmentation noire augmente avec l'âge, il en est de même de la coloration jaune;

» 4° Les espèces chez lesquelles le lipochrome est le plus abondant sont aussi les plus fréquemment atteintes de mélanisme (*A. ecaudata, A. Grubii*);

» 5° Si l'on examine au microscope un fragment de tégument vivant, pris dans une région bien colorée en jaune, mais dépourvue de coloration noire, on y voit un grand nombre de cellules colorées en jaune intense d'une façon uniforme et sans traces de granulations. Si l'on ajoute alors à la préparation de l'alcool, on voit celui-ci se teinter en jaune par dissolution partielle du lipochrome et en même temps, à mesure que le réactif gagne les cellules, jusque-là transparentes, on voit se former dans celles-ci une foule de granulations noires, identiques à celles que l'on observe dans les parties naturellement foncées de l'épiderme. Avec les acides, le phénomène est encore plus frappant.

» La solution du lipochrome, obtenue en faisant macérer des *A. Grubii*, pendant quelques minutes, dans l'alcool à 90°, est fluorescente, jaune d'or par transparence, verte par réflexion. Abandonnée à la lumière, elle brunit en donnant un fin précipité noirâtre insoluble dans l'eau et dans l'ammoniaque. Conservée à l'obscurité, elle se décolore et précipite beaucoup plus lentement; le précipité est soluble dans l'ammoniaque qu'il colore en vert. Même au bout de deux mois, $\frac{1}{10}$ de cette solution décolorée ajouté à $\frac{9}{10}$ d'eau distillée colore celle-ci en jaune vif. L'addition de quelques gouttes d'ammoniaque à la solution alcoolique la fait virer au vert émeraude intense et empêche la formation du précipité, même à la lumière.

» L'addition de quelques gouttes d'acide chlorhydrique, d'acide azotique, ou de liquide de Perenyi, à la solution alcoolique, fait virer rapidement sa couleur au brun et il se forme bientôt un précipité d'un vert noirâtre, dont les granulations examinées au microscope sont identiques, comme aspect et comme taille, à celles que l'on observe sur les coupes de l'épiderme. L'acide acétique donne un précipité brun.

» Ces précipités sont insolubles dans l'eau, l'alcool et l'ammoniaque.

» La solution du lipochrome dans la formoline à 5 pour 100 est jaunâtre, assez

claire et ne m'a pas paru fluorescente. L'acide acétique, l'acide chlorhydrique, l'acide azotique y déterminent rapidement la formation d'un précipité brun clair, insoluble dans l'eau et dans l'ammoniaque. Ce précipité, abondant, floconneux, n'a pas l'aspect de celui des solutions alcooliques. L'addition d'ammoniaque à la solution dans la formaline empêche la formation du précipité, mais la couleur du liquide ne vire pas au vert.

» Si l'on fait macérer dans l'alcool à 90°, pendant quelques minutes, une certaine quantité de tubes digestifs d'*A. Grubii*, on obtient un liquide à peine coloré en brun clair (sans doute par le sang du sinus intestinal). L'ammoniaque n'y détermine pas de coloration verte, et les acides n'y produisent que des traces d'un fin précipité blanc, d'aspect albuminoïde.

» Cette solution ne présente donc pas les mêmes réactions que celle du lipochrome de l'épiderme.

» Il semble donc rationnel d'attribuer la formation des granulations de mélanine, dans les cellules épithéliales, à une modification chimique du lipochrome, à l'intérieur des cellules mêmes, sous l'influence de l'acidité provenant, soit du voisinage des régions acides du tube digestif (extrémités du corps), soit de l'accumulation des déchets organiques (pigmentation augmentant avec l'âge), soit enfin du milieu extérieur (pigmentation très variable avec l'habitat).

» Les différentes espèces semblent présenter de légères différences dans la composition chimique du lipochrome.

» Il convient de remarquer que l'*A. Grubii* est celle qui renferme la plus grande quantité de lipochrome et que c'est également l'espèce chez laquelle le mélanisme est le plus fréquent et le plus intense.

» L'*A. ecaudata* a un lipochrome moins abondant et moins foncé, la mélanine est aussi moins développée chez elle que chez la précédente.

» Chez l'*A. marina*, le pigment jaune est encore plus rare, il est souvent localisé seulement aux extrémités du corps, et il en est de même de la coloration noire, qui, même chez des individus de 15^{cm}, fait parfois presque complètement défaut dans la région moyenne.

» Enfin, chez l'*A. Vincenti*, le lipochrome jaune semble faire défaut, sans doute parce qu'il est en trop petite quantité pour être facilement observé; or c'est également l'espèce chez laquelle la mélanine est le moins abondante. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *L'assimilation chlorophyllienne dans la lumière solaire qui a traversé des feuilles* (1). Note de M. **Ed. Griffon**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Depuis les recherches de Timirjazeff, Reinke, Engelmann, etc., on sait que le phénomène de la décomposition de l'acide carbonique est lié à l'absorption, par la substance verte des feuilles, de certaines radiations lumineuses dont les longueurs d'onde sont connues. M. Timirjazeff a montré, en outre, que la lumière blanche est incapable, quelle que soit son intensité, de provoquer dans des tissus verts le phénomène de l'assimilation du carbone, si elle a traversé auparavant une dissolution de chlorophylle. Dans ce cas, en effet, elle est privée des radiations qui fournissent aux chloroleucites l'énergie nécessaire à la décomposition de l'acide carbonique.

» Dans la nature, la lumière solaire qui frappe une feuille n'a jamais, il est vrai, traversé une dissolution de chlorophylle; mais, par contre, elle peut avoir traversé une ou plusieurs feuilles vertes. Il était intéressant de voir ce que devient, dans cette lumière transmise, la fonction assimilatrice; autrement dit, une feuille, qui ne reçoit de radiations lumineuses que celles qui ont traversé une ou plusieurs autres feuilles, est-elle encore capable de décomposer l'acide carbonique?

» En 1887, M. Nagamatz (2) a essayé de résoudre directement ce problème; il a recouvert une feuille verte par une autre semblable et il a constaté que dans la feuille ainsi masquée il n'y a jamais formation d'amidon. Il en a conclu qu'une feuille verte de 200μ d'épaisseur suffisait à arrêter l'assimilation. Mais on sait aujourd'hui, depuis les recherches de Schimper, Saposchnikoff, Brown et Morris, et j'ai eu l'occasion de le constater moi-même bien des fois dans un autre travail, qu'il n'y a pas proportionnalité entre la quantité d'amidon produit et l'énergie assimilatrice; que la non-apparition de l'amidon, dans une feuille qui en contient d'ordinaire, n'implique nullement l'arrêt complet de l'assimilation.

» L'expérience qui précède n'est donc pas concluante. Je me suis proposé de la reprendre et je l'ai modifiée comme il suit :

» J'ai employé des éprouvettes aplaties enduites d'un vernis noir au sommet et sur les côtés, de façon que la lumière ne puisse arriver dans l'intérieur que par les deux

(1) Travail fait au Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau, dirigé par M. Gaston Bonnier.

(2) *Arbeiten des botanischen Instituts in Würzburg*, t. III, p. 399.

faces planes. J'appliquais sur ces deux faces des portions rectangulaires de feuilles d'une espèce donnée et que je maintenais en place au moyen d'anneaux en caoutchouc. Dans l'intérieur des éprouvettes se trouvait de l'air ordinaire contenant 5 à 10 pour 100 d'acide carbonique; une feuille de Troène (*Ligustrum ovalifolium*) reposait dans cet air sur le mercure. Grâce à des analyses faites avant et après l'expérience, je voyais si cette feuille assimilait ou non derrière l'écran appliqué sur les parois des éprouvettes. Celles-ci, descendues dans un cristallisoir plein d'eau se renouvelant continuellement de façon à maintenir la température constante, étaient exposées soit à la lumière directe, soit à la lumière diffuse. Des éprouvettes témoins se trouvaient à côté des précédentes; les unes étaient dépourvues d'écran et laissaient par conséquent pénétrer dans leur intérieur toute la lumière; les autres étaient complètement noircies, en sorte que la feuille de Troène qu'elles contenaient se trouvait à l'obscurité.

» Je vais exposer maintenant les principales conclusions auxquelles je suis arrivé.

» I. Derrière une seule feuille, j'ai toujours observé qu'il y a décomposition d'acide carbonique. Et il en est ainsi, non seulement avec des feuilles comme celles d'Érable Sycomore (77μ), de Châtaignier (80μ), de Hêtre (90μ), de Marronnier (100μ), mais encore avec des feuilles plus épaisses et plus vertes de Vigne vierge et de Lilas (200μ), de Poirier (270μ), et même de Lierre (300μ) et de Laurier-Cerise (340μ). Toutes les expériences qui m'ont fourni ces résultats ont été faites à la lumière directe du soleil, la température variant entre 16° et 20°, l'air employé contenant, comme il a été dit plus haut, de 5 à 10 pour 100 de gaz carbonique.

» II. Par contre, le plus souvent, derrière deux feuilles, et dans les mêmes conditions de milieu, il y a généralement dégagement d'acide carbonique. La lumière qui traverse deux feuilles est cependant encore capable, ainsi que je m'en suis assuré, de permettre la décomposition de ce gaz; mais la respiration l'emporte sur l'assimilation et donne son signe à la résultante de ces deux phénomènes inverses.

» III. Le passage de la lumière à travers une seule feuille affaiblit néanmoins d'une manière notable la force vive des radiations qui servent à la fonction chlorophyllienne. Aussi, derrière une feuille, l'énergie assimilatrice d'un tissu vert, mesurée par les quantités d'oxygène dégagé ou d'acide carbonique absorbé par unité de surface dans un temps donné, se trouve-t-elle réduite dans de fortes proportions. En comparant l'énergie assimilatrice de la feuille de Troène dans l'éprouvette recouverte d'une feuille et dans l'éprouvette témoin sans écran, j'ai trouvé que derrière une feuille de Hêtre cette énergie était 7 fois plus faible qu'à la lumière directe; elle était 8 fois plus faible derrière une feuille d'Érable Sycomore, 10 fois derrière une feuille de Haricot, 12 fois derrière une feuille de

Vigne vierge, 16 fois derrière une feuille de Poirier, 20 fois derrière une feuille de Lierre.

» IV. Mais les résultats qui précèdent varient, comme il fallait s'y attendre, si l'on change les conditions de température et d'éclairement. A la lumière diffuse, par exemple, une feuille de Vigne vierge rend l'énergie assimilatrice 24 fois plus faible au lieu de 12 fois seulement à la lumière directe; et une feuille de Lierre abaisse l'intensité de l'assimilation à un degré tel que la respiratiou l'emporte, alors qu'à la lumière directe c'est la fonction chlorophyllienne qui domine. D'une manière générale, derrière une feuille à la lumière diffuse et derrière deux feuilles à la lumière directe, l'assimilation est nulle ou elle est masquée par la respiration; en outre, on peut admettre, sans craindre d'aller au delà de la vérité, que derrière un tissu bien vert présentant 300 μ d'épaisseur, l'assimilation est impossible.

» V. Lorsque la lumière a traversé des feuilles, son pouvoir assimilateur se trouve abaissé, non seulement à cause de l'absorption des radiations par la chlorophylle, mais encore par suite de l'absorption due aux parties incolores, membranes et surtout protoplasme. Le rapport des actions exercées par des tissus verts et par des tissus identiques, mais privés de chlorophylle, varie naturellement avec la quantité de matière verte dans les cellules. En général, derrière une feuille décolorée par l'alcool, l'énergie assimilatrice est de deux à deux fois et demie plus faible qu'à la lumière directe; et, derrière une feuille albinotique, de deux fois au plus seulement. Cette différence s'explique parfaitement si l'on observe qu'une feuille panachée a des chromatophores moins nombreux, plus petits, et est moins épaisse et plus aqueuse qu'une feuille normale; que, de plus, le durcissement du protoplasme par l'alcool ne peut que diminuer sa perméabilité pour la lumière. J'ai constaté, en outre, que derrière une feuille verte de Tabac, l'énergie assimilatrice est 5 fois plus faible que derrière une feuille albinotique de la même plante; et il en est ainsi avec une feuille verte et une feuille décolorée par l'alcool de Vigne vierge, de Chêne et de Haricot. Si donc, derrière des tissus adultes et bien verts l'assimilation se trouve arrêtée ou ralentie dans des proportions plus ou moins grandes, c'est surtout à l'absorption des radiations lumineuses par la chlorophylle de ces tissus qu'il faut attribuer l'effet produit. »

BOTANIQUE. — *Sur une zooglée bactérienne de forme définie* [1]. Note de M. **Radais**, présentée par M. Guignard.

« La bactérie dont il s'agit a été isolée de tiges de Sorgho sucré atteint de *brûlure;* elle ne joue toutefois aucun rôle dans le développement de cette maladie parasitaire, comme j'ai pu m'en assurer par des expériences d'inoculation semblables à celles qui m'ont amené à déterminer l'action pathogène d'une levure chez cette plante industrielle [2].

» Il serait donc superflu d'attirer l'attention sur un simple saprophyte si cet organisme ne présentait, d'autre part, des particularités propres à mettre une fois de plus en lumière les liens morphologiques qui rattachent les Bactériacées aux Algues inférieures pourvues de chlorophylle.

» La bactérie forme, à la surface des milieux nutritifs, une zooglée résistante, coriace, chagrinée extérieurement et comme hérissée de pointes mousses. Comprimée avec précaution sous un couvre-objet, la gelée s'étale et se montre formée d'articles ovoïdes reliés entre eux en chaînettes toruleuses, souvent ramifiées et enchevêtrées. Chacun des articles qui mesure, en moyenne, $8 \times 10\,\mu$, n'est autre chose qu'une colonie ou famille de bactéries, à peine plus longues que larges ($0,6 \times 0,8\,\mu$, environ, immédiatement après la division), plongées, sans ordre apparent, dans la gelée qui déborde au pourtour en une enveloppe incolore de faible épaisseur. Cette enveloppe limite ainsi chaque colonie qui se montre parfaitement autonome et ne se soude aux colonies voisines que par une portion de la gelée elle-même.

» On peut cultiver cet organisme sur la plupart des milieux usuels, mais la présence des sucres et notamment du saccharose augmente notablement le rendement. Une réaction acide favorise également le développement; aussi le liquide de Raulin, solidifié par la gélatine ou la gélose, constitue-t-il un excellent substratum pour la mise en évidence des caractères morphologiques de la zooglée.

» En milieu liquide, la bactérie forme un voile d'abord réticulé, puis continu. On y rencontre la même structure en chaînettes simples ou ramifiées de colonies massives ovoïdes.

» L'optimum de développement se place entre 25° et 30°.

» Les cellules pourvues d'une membrane épaisse, dont le contour externe est difficile à délimiter par rapport à la gelée ambiante, ont un contenu qui se teint énergiquement par toutes les couleurs basiques d'aniline; ce contenu ne se colore pas par la méthode de Gram.

» La forme de cette zooglée bactérienne, nettement définie et constante

---

(1) Travail fait au Laboratoire de Botanique de l'École de Pharmacie de Paris.

(2) *Comptes rendus*, 13 février 1899.

sur tous les milieux où elle se développe, différencie l'organisme qui la produit des bactéries jusqu'ici décrites.

» On ne saurait toutefois rattacher cette forme aux divers aspects, souvent typiques, mais variables avec le substratum, que présentent un grand nombre d'autres zooglées bactériennes (*Proteus vulgaris* Hauser, *Micrococcus polypus* Migula, etc.). De pareilles figures ne sont, en effet, que le résultat de phénomènes physiques de confluence des diverses portions d'une gelée amorphe plus ou moins cohérente.

» La réunion de bactéries en familles ou colonies nettement délimitées rappelle, au contraire, les groupements cellulaires de certaines Algues chlorophylliennes inférieures. A ce titre, l'organisme qui nous occupe doit prendre place à côté d'un petit nombre de Bactériacées déjà décrites, et que leur développement en colonies morphologiquement définies a permis de rapprocher de formes analogues chez les Cyanophycées, Chlorophycées, Diatomées, etc. On peut citer l'*Ascococcus Billrothii* Cohn, tout à fait comparable aux *Microcystis* Kützing; le *Leuconostoc mesenteroides* Van Tieghem, dont la morphologie est celle des *Nostoc* Vaucher; le *Nevskia ramosa* Famintzin, ainsi que le *Bacterium pediculatum* Koch et Hosaeus, qu'on rapproche du genre *Gomphonema*; certaines bactéries agrégées et notamment l'*Ascobacteria ulvina* Van Tieghem, etc.

» De même que l'*Ascococcus Billrothii*, dont elle diffère d'ailleurs par la forme allongée et non sphérique de ses cellules, la bactérie du Sorgho se développe en familles globuleuses analogues à celles des *Microcystis*; mais, de plus, ces colonies massives élémentaires se groupent à leur tour en chaînettes toruleuses simples ou ramifiées, sortes d'arbuscules que l'on peut comparer aux colonies composées du *Godlewskia aggregata* Janczewski. Ici, toutefois, il faut se borner à un simple rapprochement d'aspect extérieur, car cette curieuse Chamæsiphonacée présente, d'autre part, dans son développement et dans son mode de reproduction, un degré de complication organique que l'on chercherait sans doute vainement chez une Bactériacée.

» Je propose de désigner sous le nom de *Bacterium Trabuti* (1) l'espèce ci-dessus décrite et caractérisée par son mode de végétation en chaînettes simples ou ramifiées de familles zoogléiques massives nettement distinctes.

» Il se peut que l'étude de zooglées analogues justifie plus tard pour ces

---

(1) Je dois à l'obligeance de M. le professeur Trabut les échantillons de Sorgho brûlé qui ont été le point de départ de ces recherches.

formes la création d'un genre nouveau chez les Bactériacées. Cette création, pour une espèce unique, serait prématurée, car on risquerait de confondre, dans la diagnose, les caractères génériques et spécifiques. »

MINÉRALOGIE. — *Sur les éléments de symétrie limite et la mériédrie.* Note de M. **Wallerant**, présentée par M. Fouqué.

« Pasteur est le premier qui ait appelé l'attention sur les formes limites. Il montra que : « dans les substances dimorphes, l'une des formes qu'elles présentent est une forme limite, une forme en quelque sorte placée à la séparation de deux systèmes dont l'un est le système propre de cette forme, et l'autre le système dans lequel rentre la seconde forme de la substance ». Mallard, de son côté, montra, au moyen d'observations faites sur un grand nombre d'espèces minérales, que des cristaux pouvaient se grouper symétriquement autour d'*axes limites de leur réseau.*

» La considération des éléments de séparation limite paraît devoir être très féconde en résultats, à la condition toutefois de les définir d'une façon précise et de les faire intervenir autrement.

» On admet généralement qu'un élément, droite, point, plan, est un élément de symétrie limite d'un polyèdre quand la coïncidence entre ce polyèdre et le polyèdre symétrique au lieu d'être parfaite n'est qu'approchée. Cette définition est toutefois insuffisante; elle amène en effet à cette conclusion qu'une droite, par exemple, voisine d'un axe réel est un axe limite; ce qui est évidemment inexact. On doit compléter la définition en ajoutant que dans la position symétrique la coïncidence est plus approchée que pour toute autre position voisine.

» Ainsi définis, les éléments limites satisfont aux conditions qui régissent les éléments réels, avec une certaine tolérance toutefois. C'est ainsi qu'ils peuvent ne pas faire rigoureusement entre eux les angles que font les éléments réels d'un polyèdre; dans un polyèdre centré, un axe limite d'ordre pair peut ne pas être rigoureusement perpendiculaire sur le plan de symétrie limite correspondant.

» Je me contenterai de montrer aujourd'hui comment la considération des éléments limites, non du réseau, mais de la particule complexe, permet d'expliquer les structures mériédriques. On voit facilement que dans la cristallisation les particules complexes se disposent suivant un réseau tel que les axes réels ou limites de la particule soient des rangées

et des axes réels ou limites du réseau, tel que les plans de symétrie réels ou limites de la particule soient des plans réticulaires et des plans de symétrie réels ou limites de ce même réseau. Mais il est un cas particulier à distinguer : c'est celui où les éléments de symétrie limite font entre eux et avec les éléments de symétrie réelle les angles que font entre eux les éléments réels d'un polyèdre. Dans ce cas, en effet, les réseaux étant des polyèdres tout spéciaux, leurs éléments limites deviennent des éléments réels et la structure est mériédrique.

» Il y a, par suite, deux cas de mériédrie à distinguer :

» Celui où le réseau est déterminé par les éléments réels seuls de la particule complexe, qui peut ou non avoir des éléments limites. C'est la mériédrie, telle qu'on l'entend habituellement et que je désignerai sous le nom de *mériédrie à symétrie élevée*.

» Dans le second cas, le réseau est déterminé par l'intervention combinée des éléments réels et des éléments limites. Dans ce cas, le corps cristallisé rentre, par sa symétrie, dans un système cristallin de symétrie inférieure à celle de son réseau. C'est la mériédrie à symétrie restreinte. »

GÉOLOGIE. — *Complément d'observations sur la structure du diluvium de la Seine.* Note de M. Stanislas Meunier.

« Tout le monde sait que les géologues ne sont pas d'accord quant à la manière de concevoir le processus du creusement des vallées. Tandis que la très grande majorité d'entre eux reporte ce phénomène à une époqne déterminée et dès maintenant accomplie et y voient l'œuvre de cours d'eau incomparablement plus rapides et plus volumineux que les fleuves contemporains qui n'en seraient qu'un faible résidu, d'autres se croient en droit d'affirmer que la rivière actuelle, avec la dimension et l'allure que nous lui voyons, a pu, à la faveur d'un temps suffisant et qui ne lui a pas manqué, procéder à la soustraction de matière qu'il s'agit d'expliquer.

» Parmi les arguments que ceux-ci considèrent comme les plus décisifs, il en est qui ont trait à la façon dont les débris rocheux charriés par le cours d'eau ont été accumulés sur le fond de la vallée et qui naturellement a dû varier beaucoup, selon que le phénomène a été violent ou tranquille. Or, malgré le grand nombre de publications dont il a été l'objet, il semble que le diluvium n'a pas encore été étudié dans sa structure intime avec tout le soin qu'il mérite. Quand on s'applique, sans parti pris, à la recherche

de quelque loi présidant à l'agencement des sables, des graviers et des galets diluviens, on est fort surpris d'un résultat diamétralement opposé à celui que ferait prévoir l'épithète de torrentiels, qui leur a été si souvent appliquée. On trouve que le diluvium est pourvu d'une structure dont la délicatesse est extrême et dans laquelle la situation des particules est déterminée strictement par des conditions dynamiques définies en chaque point.

» Tout d'abord, et pour éliminer des particularités qui s'expliqueront d'elles-mêmes tout à l'heure, il convient d'examiner spécialement la portion moyenne du diluvium. Elle est formée d'espèces de lentilles ou d'amandes sableuses ou caillouteuses, de dimensions très variables et de forme plus ou moins aplatie, et qui sont enchevêtrées les unes dans les autres d'une façon parfois fort compliquée. Dans chacune de ces lentilles, les éléments sableux ou caillouteux sont disposés en lits parfaitement réguliers plus ou moins obliques, parfois presque horizontaux et toujours nettement parallèles entre eux. L'orientation en est aussi variable que le plongement et semble tout à fait indépendante de la direction et de la pente de la vallée; ils se distinguent les uns des autres par les faibles variations dans la grosseur de leurs grains, et à cet égard ils sont immédiatement comparables aux lits constitutifs des dunes de sable.

» Mais si la structure de chaque lentille est aisée à expliquer, il semble en être autrement de l'enchevêtrement qu'elles présentent les unes vis-à-vis des autres, et Belgrand, par exemple, l'a attribué (p. 178 de *la Seine*) au *tourbillonnement* des eaux diluviennes. En réalité, la comparaison avec la sédimentation fluviaire actuelle démontre que cette structure entrelacée représente une série de remaniements successifs, prodigieusement délicats, opérés sur une même verticale en conséquence des variations dans la vitesse de l'eau, dues elles-mêmes aux fluctuations de son volume et surtout au déplacement horizontal des méandres. Par suite de ce déplacement, un point donné se comporte comme s'il occupait successivement des positions diverses dans le lit du cours d'eau et il peut conserver des témoignages de ces conditions successives, dans des lambeaux de sédiments et dans des traces d'érosions superposés : c'est précisément ce qui a lieu.

» Par exemple, ce point, supposé d'abord dans une anse convexe, siège d'un alluvionnement actif, pourra être plus tard situé au milieu de la rivière, et soumis alors à une dénudation qui lui reprendra tantôt la totalité, tantôt une partie plus ou moins considérable des dépôts précédemment accumulés. Le résultat dans le dernier cas sera une entaille, dont la forme gracieusement incurvée indique déjà qu'elle dérive d'une action fort déli-

cate : on trouvera parfois à sa surface des matériaux trop pesants ou trop volumineux pour que le courant dénudateur en ait eu raison. Le déplacement horizontal des méandres continuant, le point considéré se trouvera de nouveau, avec le temps, dans la condition favorable à la sédimentation : il se garnira de petits lits inclinés, dont la grosseur de grains et l'orientation seront rigoureusement réglées par la vitesse et la direction du courant, et ces vicissitudes locales, en se reproduisant un nombre suffisant de fois, amèneront nécessairement dans le dépôt la structure amygdaloïde si bizarre à première vue dans le diluvium. On voit que les tourbillons de Belgrand, loin de la pouvoir procurer, la compromettraient fort et la feraient bien vite disparaître.

» Pour ce qui est des blocs et des galets relativement gros, associés à la masse du diluvium franc, il n'y a aucun doute qu'ils n'aient été apportés soit par des glaces flottantes, soit par des radeaux formés, par exemple, d'arbres arrachés aux berges avec leurs racines. Leur présence conduit à comprendre comment, par les lavages successifs dont nous avons parlé, il doit nécessairement se faire, dans le fond du dépôt, la zone macrolithique et sans structure bien précise que Belgrand regarde comme le type de ses *graviers de fond :* c'est le terme de l'évolution normale du diluvium franc.

» Enfin, l'histoire des régions supérieures du diluvium est de même éclairée d'une façon complète par l'observation des phénomènes actuels : elles résultent du mécanisme toujours à l'œuvre chaque fois que le fleuve inonde les terres basses qui l'avoisinent, et le terrain formé résulte pour une bonne part d'un véritable colmatage. Toutefois, les sables et même les galets dont il est pourvu tiennent à la collaboration des glaces, et il suffit d'avoir visité la plaine d'Alfort, par exemple, au moment de certaines inondations d'hiver, pour y avoir pu apprécier l'efficacité, au moment du dégel, des plaques de glace paresseusement charriées dans tous les sens, comme agents d'éparpillement des sables et des pierrailles dont elles sont chargées. Il va sans dire qu'une fois constitué, le terrain de colmatage pourra, par remaniement, passer à l'état de diluvium franc.

» En somme, l'histoire du diluvium de la Seine nous apparaît avec une simplicité et une continuité qui contrastent singulièrement avec la première conclusion d'observations trop hâtives. Là où, tout d'abord, on ne voyait que des témoignages de courants monstrueux par leur volume et par leur vitesse, il n'y a que la preuve de la longue persistance du régime encore en vigueur sous nos yeux. A notre sens, l'analyse attentive de la structure intime du diluvium suffit à elle seule, et sans le secours d'aucune autre

considération, pour faire repousser toutes les hypothèses diluviennes successivement présentées, même avec les modifications par lesquelles depuis Belgrand on a essayé tant de fois de les amender. L'histoire de la sédimentation fluviaire est une de celles où la légitimité de la doctrine actualiste apparaît le plus clairement. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Une nouvelle hypothèse sur la nature des conditions physiques de l'odorat.* Note de MM. **Vaschide** et **Van Melle**, présentée par M. Marey.

« L'opinion classique sur l'odorat est encore celle admise par les anciens physiciens grecs. La condition essentielle serait que des particules des corps odorants se détachent et, se répandant continuellement dans l'air, viennent en contact intime avec la muqueuse olfactive. La Physique a, depuis longtemps, remplacé l'émission par l'ondulation dans le domaine de l'audition et de la vision; pour l'odorat, nous en sommes encore à l'opinion de Démocrite.

» L'hypothèse de l'émission n'est basée expérimentalement que sur des inductions dont la légitimité est bien loin d'être toujours prouvée, et les recherches de Huyghens et Papin, Bened, Prevost, Venturi, Cloquet, Bertholet, Robiquet, Liégeois, Valentin, Wolff et d'autres, qui passent pour catégoriques, n'ont pas avancé de beaucoup la question et l'on n'est nullement fixé sur la nature des odeurs. Les arguments qui paraissent plaider en faveur de cette hypothèse peuvent se résumer en deux chefs principaux : 1° l'odeur est portée par l'air et, pour pouvoir sentir, il faut introduire l'air qui emporte l'effluve odorant dans le nez, c'est-à-dire il faut le respirer (inspiration) et le renifler; 2° si l'on renferme les matières odorantes dans une boîte hermétiquement fermée, elles ne se font plus sentir.

» A ces arguments, nous nous contentons simplement d'opposer certaines remarques, concluantes à notre avis : 1° le son est aussi emporté par le vent, de même que la chaleur dans certaines conditions. Cependant on ne fait pas entrer en jeu l'hypothèse des particules détachées, mais plutôt des formes d'énergie qui se déplacent à l'aide de certains intermédiaires; 2° si l'on renferme hermétiquement, dans une boîte opaque, une source de lumière, les sensations sont interceptées. Ce qui est transparent pour la lumière, ne l'est pas dans le même degré pour la chaleur et encore moins pour les rayons Röntgen. C'est donc presque illogique d'exiger que,

par rapport aux hypothétiques rayons de l'odorat, les matières qui empêchent la propagation de la lumière se conduisent autrement.

» L'hypothèse que nous voulons soutenir peut être formulée ainsi : L'odorat ne provient pas d'un contact direct entre les particules détachées des corps odoriférants et les terminaisons des nerfs olfactifs, mais d'un rapport indirect au moyen de rayons de courte ondulation, analogues mais non semblables à ceux que nous considérons comme la cause de la lumière, de la chaleur et des phénomènes Röntgen, etc. Voici les principales présomptions qui plaident, péremptoirement à notre avis, en faveur de notre thèse :

» 1° L'histoire de la Science nous montre comme une évolution nécessaire d'être arrivée peu à peu à reconnaître que les sensations ne proviennent pas directement des corps, mais plutôt du milieu ambiant ;

» 2° Les nerfs olfactifs ont la même origine cérébrale que les nerfs optiques, et cette condition spéciale les distingue des autres nerfs sensoriels. Embryologiquement, cette affinité d'origine étant constatée, il est très vraisemblable que les fonctions se ressemblent également;

» 3° Des substances chimiques odoriférantes, qui appartiennent au même groupe, possèdent la qualité de provoquer dans le spectre lumineux des bandes d'absorption qui se rapprochent d'autant plus de l'extrémité du spectre à mesure que leur poids spécifique augmente (Ramsay). En même temps, on remarque que les odeurs de ces substances se rangent également dans le même ordre de succession que les bandes d'absorption [Ramsay (¹), Haycraft (²)];

» 4° Les odeurs possèdent la faculté d'absorber la chaleur rayonnante, ce qui prouve qu'il y a un rapport intime entre ces odeurs et les rayons de chaleur [Tyndall (³)];

» 5° Les substances odorantes ne perdent pas de poids ni de volume, ou en tout cas la perte est insignifiante, à moins d'être une substance volatile. Le fait paraît certain depuis que Haller (⁴) l'a fait valoir;

» 6° Il y a bien des corps dont les particules se détachent, en d'autres mots, qui se transforment en vapeurs et ne sentent pas; de même qu'il y a

---

(1) *On Smell* (*Nature*, t. XXVI, p. 187; 1882).

(2) *The nature of the objective cause of sensation. Smell* (*Brain*, p. 166-178; 1888-89).

(3) *Radiation* (tr. française), p. 39, 42, 59; 1868.

(4) *Elém. phys.*, t. V, p. 162.

d'autres corps qui répandent de fortes odeurs sans qu'on puisse prouver que des particules s'en détachent. Il est bien bizarre, remarquons-le en passant, de prouver la divisibilité infinitésimale par le fait simple de la propriété odorante. Le simple procédé de mesurer aurait pu convaincre les anciens que la vision ne saurait être due aux particules détachées;

» 7° Il existe des matières dont chacune indépendamment répand une odeur assez forte, mais qui, mises ensemble, sans former une nouvelle substance chimique, anéantissent mutuellement leurs odeurs. Le café et l'iodoforme par exemple. Ce phénomène présente une analogie avec ce qui se passe quand un corps froid et un corps chaud se trouvent l'un près de l'autre; ils anéantissent dans un certain sens les sensations qu'ils provoquent chacun s'ils agissent séparément;

» 8° On a étudié l'influence de la couleur des étoffes sur la propriété de fixer les soi-disant effluves odorants [Stark, d'Édimbourg (1), Duménil (2)] et l'on a trouvé que l'absorption des odeurs varie avec les couleurs des étoffes;

» 9° La fatigue peut ne porter que sur une odeur, tandis que l'odorat reste intact pour d'autres odeurs, de même que l'œil peut être fatigué par les rayons rouges et très sensible pour les autres rayons [Aronshon (3), Toulouse et Vaschide (4), etc.];

» 10° L'air n'est pas le seul véhicule de l'odorat, car il ressort des recherches que l'un de nous (Vaschide) a faites avec M. Toulouse, qu'on peut parfaitement sentir ayant les narines pleines d'une solution odoriférante. En outre, l'ancienne expérience de Weber (1847) est loin d'être indiscutable, car il n'y a aucune preuve que la sensation soit disparue physiologiquement, lorsque le nez est plein d'un liquide odorant; elle a pu très bien disparaître psychologiquement, l'excitation physiologique ne pouvant être perçue à cause d'une sensation désagréable et nouvelle.

» Telle est notre hypothèse; nous la croyons justifiable d'autant plus qu'elle cadre avec toutes les données scientifiques acquises. Walther, de Landshut (5), a vaguement agité, au commencement du siècle (1808), la possibilité d'une théorie dynamique des odeurs et inclinait à croire à une

---

(1) *The Edinb. New philosoph. Journal*, avril-juin 1834.
(2) *Des odeurs*. Paris, 1843.
(3) *Exper. Untersuch. z. Physiol. des Geruches*, 1886.
(4) *C. R. Soc. Biologie*, nov. 1834.
(5) *Physiologie des Menschen*, t. XXV, p. 269-277; 1808.

propagation analogue à celle de la lumière, de la chaleur, du son, etc., phénomènes dont il ignorait d'ailleurs la nature.

» Il y a bientôt quatre années que nous poursuivons l'étude de ce problème, pendant ce temps nous avons pu réfléchir et formuler ces arguments. Notre hypothèse ouvre de nouveaux horizons, et l'existence d'une onde olfactive, que nous croyons pouvoir sous peu de temps démontrer physiquement, fait rentrer la fonction de l'odorat dans le système de cette ondulation et vibration universelle, forme essentielle de la vie. »

ANTHROPOMÉTRIE. — *Sur un campylogramme cranien.* Note de MM. **Blin** et **Simon**.

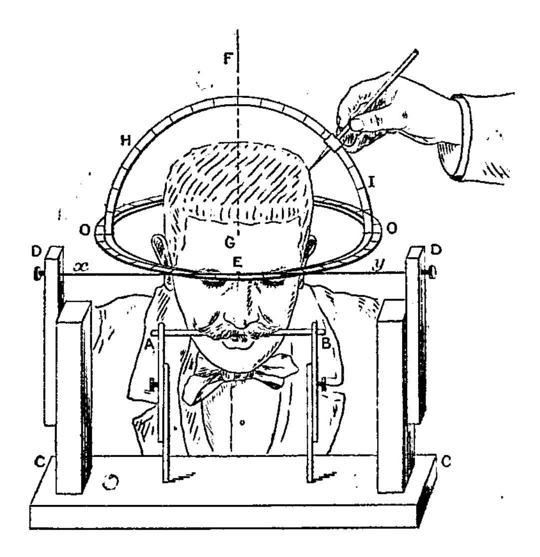
« L'appareil que nous avons l'honneur de présenter à l'Académie est destiné à prendre des mesures permettant de dessiner les courbes du crâne sur le vivant.

» Pour obtenir ce résultat, il était d'abord nécessaire de pouvoir immobiliser facilement la tête d'une façon complète; puis, d'imaginer un dispositif, lequel, mobile autour de cette tête immobilisée, permît d'en étudier la configuration sous ses divers aspects. Le mode de fixation de la tête est le suivant : sur la base de sustentation de l'appareil est dressée une sorte de barre fixe AB, que le sujet vient mordre : elle peut se déplacer verticalement, et des dispositions spéciales ont été prises pour que la partie en contact avec la bouche puisse être facilement désinfectée.

» La description que nous allons donner de l'appareil est faite d'après la maquette en bois exécutée par nous-mêmes, maquette dont la figure est ci-joint reproduite, et qui ne donne qu'une idée schématique de l'aspect définitif de l'appareil.

» Ce dernier se compose d'abord de deux supports verticaux CD, munis de crémaillères leur donnant un double mouvement vertical et antéro-postérieur. A la partie supérieure de ces supports est placé un axe transversal xy sur lequel, en son milieu E, vient reposer, par un point de sa circonférence, un cercle métallique gradué OO. C'est ce cercle métallique, animé d'un mouvement angulaire autour de l'axe xy, qui vient encadrer la tête immobile. Les mouvements propres aux deux supports CD permettent d'amener le point E au niveau du point de repère cranien antérieur choisi par l'expérimentateur (sillon naso-frontal, glabelle ou ophrion). D'autre part, les mouvements angulaires du cercle OO permettent, le point E restant fixe puisqu'il est sur l'axe xy, d'orienter à volonté ce cercle selon divers plans déterminés par ce point E et un second point de repère cranien, protubérance occipitale externe, par exemple, ou ligne biauriculaire.

» Enfin, perpendiculaire au plan du cercle OO et mobile autour d'un axe vertical FG, passant par le centre de ce cercle, se trouve un demi-cercle métallique gradué HI, et sur ce demi-cercle se meut un curseur porteur d'un index tel que la direction de ce dernier soit toujours un rayon de ce cercle ou de la sphère qu'il engendre par sa rota-



tion autour de son axe FG. Les chiffres de la graduation de l'index indiquent la distance de sa pointe au centre du demi-cercle mobile. Nous n'insistons pas sur ce principe, qui est celui indiqué déjà en 1838 par Antelme et appliqué à son céphalomètre.

» On voit donc qu'en raison des divers mouvements des deux cercles gradués et de l'index par rapport au crâne immobile, il est facile d'amener l'index successivement au contact de tous les points de la tête; et, par le report sur une feuille préparée à cet effet, des diverses mensurations obtenues, qu'il est aisé d'établir un graphique correspondant à la courbe cherchée. Du reste, nous nous proposons de revenir sur ce sujet; ce mode de mensuration cranienne, applicable à tous les plans craniens, pourra permettre par l'établissement d'une moyenne, d'obtenir un indice anthropométrique, non pas arbitraire, mais en rapport direct avec le volume de la tête, puisqu'il représenterait le rayon moyen de la calotte cranienne. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Mouvements barométriques provoqués, sur le méridien du Soleil, par sa marche en déclinaison.* Note de M. A. **Poincaré**, présentée par M. Mascart.

« Nous rentrons ici dans le domaine des choses généralement incontestées. Mon but est de faire ressortir, dans une même année, discutées par les mêmes procédés, les distinctions entre les mouvements barométriques commandés sur un méridien par la marche en déclinaison, soit de la Lune, soit du Soleil. Sans préjudice de l'intervention de la rotation terrestre, ces mouvements, régis par la variation du sinus de la déclinaison de l'astre, sont dus : au cas de la Lune, exclusivement à l'action immédiate de l'attraction (soulèvement ou compression, appel par en bas ou par en haut); au cas du Soleil, presque entièrement à l'action lente du réchauffement et du refroidissement (dilatation ou contraction, mêmes appels).

» Pour éviter les longueurs, je suppose qu'on a sous les yeux ma dernière Communication ([1]).

» *Moyennes de l'hémisphère.* — En m'efforçant de me rapprocher des équinoxes pour le partage de l'année, je trouve pour moyenne pression sur l'hémisphère $760^{mm},07$, aussi bien en Soleil boréal qu'en Soleil austral ([2]).

» Il y a, en cette année 1883, dans les stocks des échanges entre les deux hémisphères, une oscillation par saison, avec, sur nous, un minimum de la pression moyenne aux changements de saison. Celui du solstice d'été est assez peu accentué. Les trois autres donnent un écart, sur la pression

---

([1]) *Comptes rendus*, n° 14, p. 529.

La correspondance en déclinaison entre les jours tropiques 1, 2, 3, ... et les mois (synodiques) I, II, III, ... peut se figurer ainsi (I, équilune; IV, équinoxe, ascd) :

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
IV		V		VI		VII		VIII		IX		X			XI			XII				II			III	

Voir, sur la *fig.* 2 ci-jointe, les dates extrêmes des mois principaux.

([2]) Cette égalité commande une légère rectification à l'observation incidente du dernier alinéa de la Communication susrappelée. Les différences de chiffres sont d'ailleurs trop faibles pour qu'on doive en tirer des conclusions absolues. Je ne raisonne ici que sur une année et des moyennes mensuelles et sur un méridien présentant à peu près les conditions moyennes.

moyenne, de $-0^{mm},75$ vers le mois I, $-1^{mm},16$ au IV, $-1^{mm},27$ au X. Le maximum du mois III atteint $+1^{mm},15$; les autres sont moitié moindres. Les forts échanges ont lieu aux équinoxes et en Soleil austral. Il y a six fois compensation [1].

» Le profil des moyennes de l'hémisphère dans le mois tropique rappelle la forme simple de l'onde lunaire. Celui de l'année tropique répond à l'entre-croisement de deux ondulations doubles analogues à celle de la variation diurne solaire. Vagues adverses.

» *Écarts sur la moyenne de l'hémisphère aux différentes latitudes, en l'année et en Soleil boréal ou austral* (*fig.* 1). — En chacun des trois profils, les demi-sommes des écarts opposés, multipliées par les longueurs respectives des parallèles, donneraient un total nul. Il en est, à très peu près, de même du total des écarts de chaque côté étendus aux demi-parallèles.

» De chaque côté, le profil de l'année part de l'équateur à -1^{mm}. Montée lente jusqu'au 15e, limite du champ de rencontre des alizés [2], puis rapide et uniforme jusqu'au 35e, sommet de la ceinture des calmes, qui atteint 4^{mm} côté A et 3^{mm} seulement côté P [3]. Passage à zéro au 50e. Descente au minimum polaire $-8^{mm},1$, sauf ressaut de $0^{mm},37$ au 70e côté A et de $0^{mm},25$ au 60e côté P.

» Dans les latitudes inférieures, le profil en Soleil boréal est au-dessous du profil moyen côté A et, sauf vers l'équateur, au-dessus côté P. C'est l'inverse dans les hautes latitudes. Le nœud côté A est au 50e au point où le méridien cesse d'être continental. Le nœud côté P est au 60e, à la rencontre du grand axe de rapprochement des deux continents. La contrepente de $0^{mm},25$ qu'on voit, en Soleil boréal, au 10e côté A, répond au déplacement de l'équateur barométrique. La différence du Soleil austral au Soleil boréal au 35e, est côté A $+3^{mm},5$, côté P -2^{mm} au-dessus du 70e, la différence inverse s'accuse plus vigoureusement encore du côté A et amène le décentrage déjà étudié du tourbillon polaire [4]: le grand minimum passe en hiver du pôle au 75e, atteignant -10^{mm}, soit $7^{mm},5$ au-dessous du palier qui s'accuse entre le 65e et le 80e sur le profil d'été [5].

---

(1) Ces échanges se font par l'intermédiaire des ceintures des calmes et d'assez forts écarts y correspondent.

(2) Champ moyen des courants d'E. et des rotations extraéquatoriales.

(3) A, côté Atlantique et côté jour. P, côté Pacifique et côté nuit.

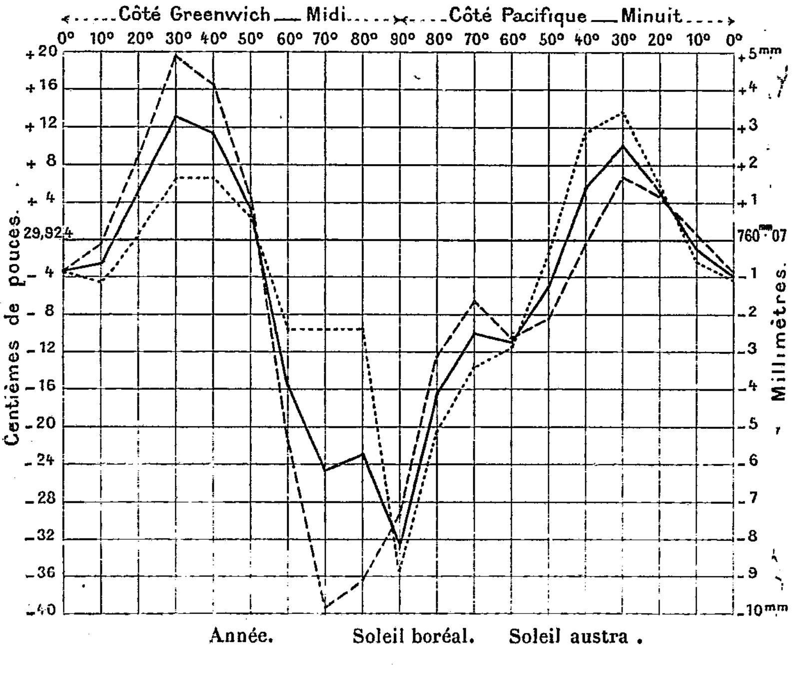
(4) *Comptes rendus*, 15 juillet 1892.

(5) Orographie du bassin de la mer Glaciale et variation diurne.

» En somme, effets annuels à peu près de même grandeur et de même sens que les effets mensuels de la révolution tropique de la Lune, mais autrement distribués. Principales causes déterminantes de l'ensemble des faits : force centrifuge; couloir équatorial entretenu par l'aspiration et par l'opposition des masses; différences entre les échauffements et les refroidissements suivant la nature des surfaces, dont l'action prédomine dans les

Fig. 1.

Moyennes barométriques, annuelles et semi-annuelles sur le demi-méridien boréal du Soleil.



latitudes inférieures; différences entre les durées du jour et de la nuit, dont l'effet barométrique devient considérable dès avant le cercle polaire.

» *Écarts, en chaque latitude, entre les moyennes des différents mois et les moyennes annuelles* (*fig.* 2). — Écarts au pôle. Zéro à l'équinoxe de printemps. Plus grand écart négatif à l'équinoxe d'automne, -11^{mm}, égal en valeur absolue aux écarts $\pm$ de la révolution tropique de la Lune; mois d'été polaire où le tourbillon polaire est à peine éteint par le lunistice austral [1].

---

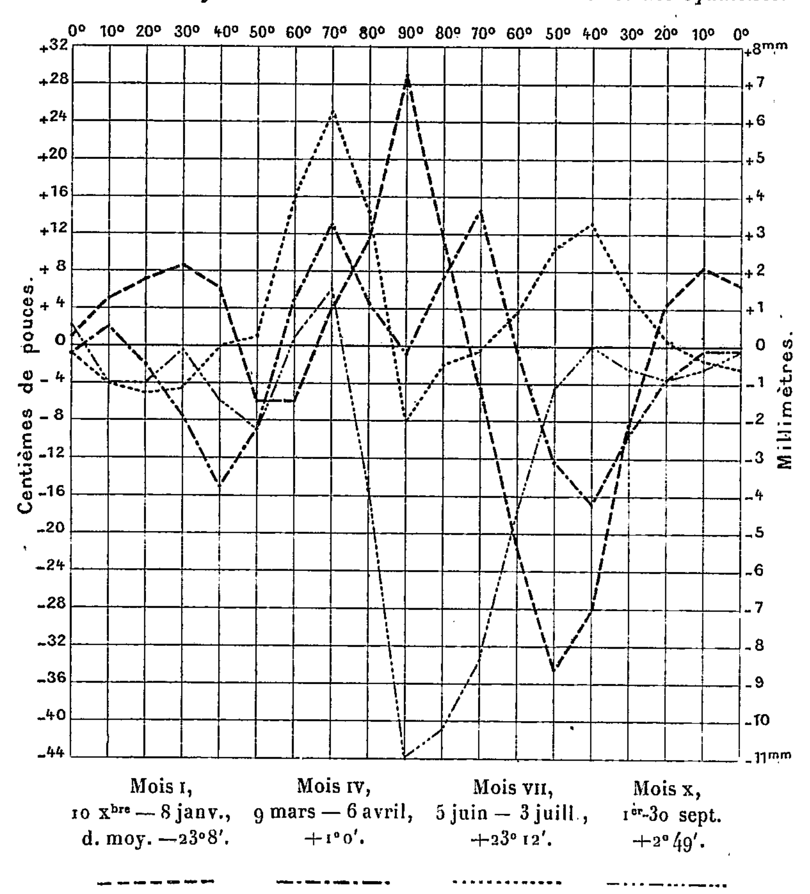
(1) *Comptes rendus*, 15 juillet 1892.

» Environ + 8^mm^ au solstice d'hiver et — 2^mm^ au solstice d'été.

» Minimum secondaire : — $0^{mm},50$ en février. Maxima secondaires : + $5^{mm},50$ en juin, + 1^{mm} en août. De l'équinoxe d'automne au solstice d'hiver, montée soutenue.

Fig. 2.


Écarts sur les moyennes annuelles aux mois des solstices et des equinoxes.



Mois I,	Mois IV,	Mois VII,	Mois X,
10 x^bre^ — 8 janv.,	9 mars — 6 avril,	5 juin — 3 juill.,	1er-30 sept.
d. moy. —23°8′.	+1°0′.	+23°12′.	+2°49′.
— — — — — —	—·—·—·—	·············	—···—···—

La ligne des abscisses correspond : sur la 1re figure, à la moyenne pression sur l'hémisphère; sur la 2e, à la ligne en trait plein de la 1re.

» *Écarts à l'équateur.* — Décembre, moyenne + 1^{mm}, plus haut côté P. Mai : — 1^{mm}, plus bas côté A. Juillet, août : + $1^{mm},25$, côté A, 0 côté P. Octobre : + 1^{mm} de part et d'autre. Novembre : — $0^{mm},70$ de part et d'autre. Effet de balancement affecté par la nature des surfaces.

» *Écarts intermédiaires.* — Quand l'écart est positif au pôle, il y a autour

de l'éminence : fossé plus ou moins profond (chapelet circumpolaire), bourrelet, puis descente à la cote de l'équateur.

» Quand de cette situation l'écart va au négatif, c'est comme si l'on pressait du doigt le sommet d'une figure élastique des écarts. La saillie polaire est progressivement remplacée par une excavation, autour de laquelle surgit une saillie annulaire, entourée d'un fossé bordé du bourrelet tropical réduit. S'approfondissant et s'élargissant l'excavation envahit de plus en plus l'hémisphère, et, à l'équinoxe d'automne tous les écarts sont passés au négatif. Alors arrêt, renversement du mouvement et, au solstice d'hiver, retour à la forme première. L'effet barométrique du refroidissement serait, sur l'hémisphère, plus de deux fois aussi rapide que l'effet incidenté de l'échauffement.

» Oscillations, plus grands écarts mensuels :

à 70° côté A :	+6,2 mm mois VII;	−8,4 mm mois XI,
à 70° côté P :	+9,4 mois IV;	−8,4 mois X,
à 40° côté A :	+6 mois III;	−5 mois V,
à 40° côté P :	+4,3 mois IX;	−7 mois I.

» De ces écarts sur les moyennes locales, se trouvent éliminées les moyennes des différences entre midi et minuit. Restent, pour expliquer les dissemblances entre les deux côtés de chaque profil, les variations desdites *différences* suivant la saison, les progressions en spirale, les reliefs et la nature des surfaces. A remarquer, côté P, sur le profil du solstice d'hiver, la grande excavation entretenue, sous l'arc continental, par la conservation du calorique de la mer et le ralentissement de la marche des dépressions, maintenues, en tout ou en partie, sur la trajectoire principale. »

M. **H. Feuille** adresse une Note relative à un instrument destiné à apprécier immédiatement les distances.

M. **de Capdeville** adresse une Note relative à un allumeur automatique, spécialement destiné à l'allumage des foyers producteurs de nuages artificiels contre les gelées.

La séance est levée à 4 heures trois quarts.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 26 DÉCEMBRE 1899.

Annuaire pour l'An 1900, publié par le Bureau des Longitudes. Paris, Gauthier-Villars, 1900; 1 vol. in-12. (Présenté par M. Poincaré.)

Annales de l'Observatoire de Paris, publiées sous la direction de M. MAURICE LŒWY, Directeur de l'Observatoire. *Observations*, 1897. Paris, Gauthier-Villars, 1899; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. M. Lœwy.)

Les huiles essentielles et leurs principaux constituants, par E. CHARABOT, J. DUPONT et L. PILLET. *Préface* de M. E. GRIMAUX, Membre de l'Institut. Paris, Ch. Béranger, 1899; 1 vol. in-8. (Présenté par M. Moissan.)

Le Système nerveux central, structure et fonctions; histoire critique des théories et des doctrines, par JULES SOURY. Paris, Georges Carré et C. Naud, 1899; 1 vol. in- 8°. (Présenté par M. Bouchard.)

Éléments de Physiologie, par F. LAULANIÉ. 1er fascicule, avec 114 figures. *Considérations générales. Fonctions de nutrition*. Paris, Asselin et Houzeau, 1900; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Colonie de Madagascar. La soie d'araignée, par le lieutenant J. MAROIX. 3e trimestre 1899, s. l.; 1 fasc. in-8°.

Calcolo grafico del π. Ingegnere AMILCARE TRONCONE. Maracaïbo (Venezuela), 1899; 1 fasc. in-8°.

Congreso cientifico latino-americano. Ia Seccion : *Ciencias exactas é ingeniera*. II. Buenos Aires, 1898; 1 vol. in-8°.

Publicationen der v. Kuffner'schen Sternwarte in Wien, herausgeg. v. Dr LEO DE BALL. V. Band. Wien, 1900; 1 vol. in-4°.

Atmospheric tendencies, mean velocity and probable weather (for 1900), by D. Dewar. Glasgow, 1899; 1 feuillet in-12.

Système silurien du centre de la Bohême, par JOACHIM BARRANDE. Ire Partie : *Recherches paléontologiques*. Continuation éditée par le Musée de Bohême, Vol. VII. *Classe des Echinodermes. Famille des Crinoïdes*. Texte, 40 planches et 33 figures dans le texte, par le Prof. Dr W. WAAGEN et le Dr J. JAHN. Traduit par A. S. OUDIN. Prague, 1899; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Albert Gaudry; hommage du Musée de Bohême.)

Annales du Musée du Congo. Botanique, Série II. *Contributions à la Flore*

du Congo, par E. DE WILDEMAN et TH. DURAND. T. I, fasc. 1. Bruxelles, 1899; 1 fasc. in-f°.

Dritter Beitrag zur Granulafrage, von MAX MÜNDEN. (Separat-Abzug aus *Archiv. für Anatomie und Physiologie,* 1897.) Leipzig, 1 fasc. in-8°.

Manuel (revisé et augmenté) du Dr Humphreys, par le Dr FRÉDÉRICK HUMPHREYS. Paris, New-York, s. d.; 1 fasc. in-18.

Statistiek van den Handel de scheepvaart en de in- en uitvoerrechten in Nederlandsch-Indië, over het jaar 1898. Batavia, 1899; 1 vol. in-4°.

ERRATA.

(Séances des 14 et 21 août 1899.)

Notes de M. *E.-O. Lovett,* Sur la correspondance..., Sur un groupe continu... :

Au lieu des mots groupe *et* groupe continu, *lisez* famille.

(Séance du 9 octobre 1899.)

Note de M. *L. Cruls,* Sur une modification de la méthode de Bessel, etc. :

Page 542, ligne 4 en remontant, *au lieu de* $(1 + x)$, *lisez* $(1 - x)$.

FIN DU TOME CENT VINGT-NEUVIÈME.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

TABLES ALPHABÉTIQUES.

JUILLET — DÉCEMBRE 1899.

TABLE DES MATIÈRES DU TOME CXXIX.

A

B

C

D

E

F

G

H

I

L

M

N

O

P

Q

R

S

T

U

V

Z

TABLE DES AUTEURS.

A

B

C

D

E

F

G

H

I

J

K

L

M

N

O

P

Q

R

S

T

U

V

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.
27414 Paris. — Quai des Grands-Augustins, 55.